

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Иванова Елена Валерьевна

БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ХАРИУСА
СИБИРСКОГО *THYMALLUS ARCTICUS* (PALLAS, 1776)
В БАССЕЙНЕ р. ЕНИСЕЙ В УСЛОВИЯХ
ВРЕМЕННОГО РЫБОВОДНОГО КОМПЛЕКСА

06.04.01– Рыбное хозяйство и аквакультура

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Пищенко Елена Витальевна

Новосибирск – 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1 Биологическая характеристика сибирского хариуса бассейна р. Енисей.....	9
1.2 Искусственное воспроизводство хариуса	21
2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	29
2.1 Река Енисей (Сухобузимский район)	29
2.2 Река Мана.....	33
3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
3.1 Основные методики, используемые при сборе материала	40
3.2 Методы, применяемые при искусственном воспроизводстве хариуса в условиях ВРК	44
4. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ СИБИРСКОГО ХАРИУСА р. ЕНИСЕЙ (СРЕДНЯЯ ЧАСТЬ)	49
4.1 Морфометрические признаки.....	49
4.2 Размерно-возрастная и половая характеристики.....	54
5. БИОТЕХНИКА РАЗВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ХАРИУСА В УСЛОВИЯХ ВРЕМЕННОГО РЫБОВОДНОГО КОМПЛЕКСА.....	61
5.1 Начальные стадии онтогенеза хариуса.....	61
5.1.1 Эмбриональный период.....	61
5.1.2 Личиночный период.....	67
5.2. Технология работ по воспроизводству хариуса	72
5.2.1 Выдерживание производителей.....	72
5.2.2 Получение половых продуктов прижизненным способом	76

5.3 Инкубация икры хариуса	80
5.3.1 Температурные режимы р. Енисей, Мана	81
5.4 Подращивание молоди хариуса.....	86
5.4.1 Рост и кормление молоди.	87
5.4.2 Проведение профилактических мероприятий.....	92
5.5 Результаты работ по воспроизводству хариуса в условиях ВРК на р. Енисей, Мана	97
6. АПРОБАЦИЯ BIOTEХНИКИ ВОСПРОИЗВОДСТВА СИБИРСКОГО ХАРИУСА В УСЛОВИЯХ ПОЛНОСИСТЕМНОГО РЫБОВОДНОГО КОМПЛЕКСА, ООО «МАЛТАТ».....	103
ВЫВОДЫ	110
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	112
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	113

ВВЕДЕНИЕ

Сибирский хариус *Thymallus arcticus* в бассейне реки Енисей является одним из предпочитаемых видов в рекреационном рыболовстве. Высокая ежегодная несанкционированная добыча хариуса (около 400 т) (Заделенов и др., 2010 в; Гайденок и др., 2006), существенные изменения, связанные с антропогенным воздействием (зарегулирование стока рек вследствие строительства и функционирования ГЭС, горных работ и других видов хозяйственной деятельности), сказываются на ареале обитания, размерно-возрастной и половой структурах его популяций. В дальнейшем сохранение такой ситуации может привести к исчезновению этого вида из состава промысловой ихтиофауны (Куклин, 1999; Космаков и др., 2011; Заделенов и др., 2001, 2011; Шадрин, 2006).

Считается, что хариус – повсеместно распространенный вид, однако сокращение размеров его популяций характерно не только для Енисейского рыбохозяйственного района (Тугарина, Пронин, 2006; Мартынов, Куприянов, 2004; Баймуканов, 2010; Широков и др., 2001, 2003). Изменение численности европейского хариуса привело к включению его в региональные Красные книги и Красную книгу России (Красная книга..., 1998, 2001, 2004). И подобная ситуация характерна не только для нашей страны (Uiblein et al., 2001; Northcote, 1993; Червона книга, 2009).

Восполнение численности этого вида только за счет естественного воспроизводства, даже с учетом мер жесткой регламентации промысла, невозможно. К примеру, в бассейне р. Енисей введение многолетних запретов на лов осетровых рыб и некоторых сиговых не привело к увеличению их численности и запасов (Заделенов, 2000, 2007; Лопатин, Заделенов, 2006; Белов, Заделенов, 2013). Для восстановления численности и сохранения популяций хариуса необходим комплекс мероприятий, способствующий воспроизводству и восполнению запасов.

В ряду этих мероприятий наиболее привлекательным становится применение временных рыбоводных комплексов (ВРК). Такие комплексы дают

возможность заниматься искусственным разведением рыб на выбранных водоемах (возможно и в непосредственной близости к нерестилищам рыб), при этом их мобильность позволяет разбирать и перевозить комплексы на новые места. Все условия, необходимые для инкубации икры и подращивания молоди, сохраняются.

В открытой печати сведений, касающихся искусственного воспроизводства хариуса в условиях, приближенным к естественным, крайне мало (Гундризер и др., 1982; Гундризер, 1967; Гладкова, 1960; Цурихин и др., 2011). Преимущественно работы выполнены на базе рыбоводных заводов либо в лабораторных условиях (Тугарина, 1981; Соин, 1963; Журавлев, 2005; Зайцев, 1986).

Кроме того, в настоящее время актуальными становятся вопросы, связанные с определением компенсаций ущербов. Согласно методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам (Методика..., 2011), одним из условий при оценке вреда, наносимого рыбным запасам, является расчет молоди (личинки) рыб, необходимых для восстановления последствий негативного воздействия посредством их искусственного воспроизводства. Для Енисейского рыбохозяйственного района расчет производится на ценные виды рыб, в основном на лососеобразных (хариус, режеша, таймень, ленок). Выпуск молоди рыб эквивалентно теряемым водным биоресурсам на территории Красноярского края невозможен, поскольку в настоящее время действующие рыбоводные заводы не в состоянии справиться с объемами выпуска необходимого количества молоди.

Цель исследования – изучить биологические особенности нерестового стада сибирского хариуса среднего течения р. Енисей и разработать биотехнику его искусственного воспроизводства в условиях временного рыбоводного комплекса в бассейне р. Енисей.

Для достижения этих целей были поставлены следующие задачи:

1. Изучить эколого-биологические характеристики нерестовой части популяции хариуса среднего течения р. Енисей;
2. Определить наступление сроков нереста сибирского хариуса р. Енисей, Мана;
3. Установить наступление этапов эмбрионального и личиночного периодов развития сибирского хариуса в естественных условиях;
4. Выявить температурные диапазоны всех этапов технологического процесса и определить степень выживаемости икры во время инкубации и подращивания молоди сибирского хариуса в условиях ВРК;
5. Отработать методику прижизненного получения половых продуктов производителей хариуса;
6. Отработать технологические приёмы искусственного воспроизводства молоди сибирского хариуса в условиях ВРК.

Научная новизна.

Впервые проведены работы по искусственному воспроизводству сибирского хариуса р. Енисей, Мана в условиях ВРК. Дана характеристика производителей (нерестового стада популяции) хариуса р. Енисей и Мана. Отработана методика прижизненного получения половых продуктов с последующим выпуском производителей обратно в водный объект. Проведены исследования эмбрионального и личиночного развития сибирского хариуса при различных температурных режимах р. Енисей и Мана в условиях ВРК. Разработаны биотехнические рекомендации искусственного разведения сибирского хариуса среднего течения р. Енисей в условиях ВРК.

Практическая значимость работы.

Разработанная биотехника искусственного воспроизводства сибирского хариуса в условиях ВРК позволяет восполнить численность популяций хариуса в бассейне р. Енисей. В перспективе, на основе разработанной биотехники, возможно проведение исследований по отработке и введению хариуса в аквакультуру как товарного объекта.

Результаты работ были использованы при разработке временных биотехнических показателей по разведению молоди (личинок), выращенной в учреждениях и на предприятиях, занимающихся аквакультурой.

Характеристика нерестовой части популяции сибирского хариуса р. Енисей и Мана может быть использована в работах, связанных с расчетом ущербов и при переводе натуральных объемов наносимого вреда в молодь.

Внедрена и отработана биотехника воспроизводства хариуса в заводских условиях на базе полносистемного рыбоводного комплекса ООО «Малтат».

Материалы могут использоваться в мониторинговых исследованиях и для сравнительных анализов.

Результаты исследований используются в лекционных курсах по дисциплине «Теоретические основы рыболовства» в рамках магистерской программы «Гидробиология и ихтиология» ИФБиТ СФУ.

Положения, выносимые на защиту.

Искусственное воспроизводство сибирского хариуса в среднем течении р. Енисей возможно с применением временного рыбоводного комплекса.

Определены временные и температурные границы прохождения хариусом сибирским эмбрионального и постэмбрионального периодов развития.

Разработаны параметры биотехники искусственного воспроизводства хариуса.

Апробация работы.

В период 2010-2014 гг. материалы диссертации были представлены на 9 конференциях: «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 2010 г.), Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, заслуженного деятеля науки РФ Б.Г. Иоганзена и 80-летию со дня основания кафедры ихтиологии и гидробиологии ТГУ «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования» (Томск, 2011), II и III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса»

(Москва, 2011, 2012), Международной научно-практической конференции «Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества» (Улан-Удэ, 2011), III научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса" (Москва, 2012), Всероссийской конференции молодых ученых «Аквакультура России: вклад молодых» (Тюмень, 2012), 2-й Международной научной конференции «Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб» (Санкт-Петербург, 2013), 3-й Международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 2014).

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендуемых ВАК.

Благодарности.

Автор выражает искреннюю благодарность: научному руководителю, доктору биологических наук Е.В. Пищенко (ФГБОУ ВПО «НГАУ») и директору ФГБНУ НИИЭРВ, кандидату биологических наук Е.Н. Шадрину за методические рекомендации и возможность проведения исследований, а также за всестороннюю помощь при подготовке диссертации; кандидату биологических наук доценту кафедры водных и наземных экосистем С.М. Чупрову за ценные замечания; сотрудникам ФГБНУ НИИЭРВ за помощь в осуществлении работ и возможность сбора ихтиологического материала, старшему научному сотруднику Н.И. Волоковой за поддержку на протяжении всех этапов работы, младшему научному сотруднику К.В. Поляевой за паразитологические исследования; Ю.В. Турову за помощь при проведении исследований в полевых условиях; моей семье за особую поддержку во время проведения и написания работы.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Биологическая характеристика сибирского хариуса бассейна р. Енисей

В употреблении существует более десятка различных названий хариуса. Местные жители на р. Оби зовут – хариуз, хайрюз, крылатка, коом, ханты, тохтын-худ, тоулын-хол; абаканцы – хара; на р. Ангаре – речечный, марсовик, травяник, ледянка, бережник (Егоров, 1985); на Енисейском заливе – хайрюс (Исаченко, 1912); якуты – джерга (Попов, 2001); чехи – липень; долгане – ярга, ненцы – диге, юраки береговые – туи и т.д. (Световидов, 1936).

Вид *Thymallus arcticus* представляет огромный интерес в различных областях естественно-научных направлений. Значительное количество работ посвящено его систематическому положению, морфологии, биологии, генетике и экологии (Бондарев, 2007; Гундризер, 1967; Зиновьев, 2007; Коротаева, 2003; Книжин, 2011; Макоедов, 1999; Романов, 2009; Тугарина, 1981; Шадрин, 2006 и др.).

Сибирский хариус – широко распространенный вид, населяющий водоемы Сибири, Дальнего Востока и Северной Америки и имеющий сложную внутривидовую структуру (Никольский, 1971). До недавнего времени в водных объектах, расположенных на территории Сибири (без Дальнего Востока) выделяли 4 подвида хариуса: *Thymallus arcticus* Pallas, 1776: *Th. a. arcticus* Pallas, 1776 – западносибирский хариус, *Th. a. pallasi* Vallenciennes, 1848 – восточносибирский хариус, *Th. a. baicalensis* Dybowski, 1874 и *Th. a. brevipinnis* Svetovidov, 1931 – хариус байкальский черный и белый (Атлас, 2002; Световидов, 1936; Берг, 1948). Однако, согласно последним изменениям в систематике рыб, статус вида получили *Th. baicalensis* Dybowski, 1874, *Th. nikolskyi* Kaschenko, 1899 и *Th. svetovidovi* Knizhin et Weiss, 2009 с формулировкой: «Одна из форм сибирского хариуса *Th. arcticus* (Pallas, 1776)» (<http://www.sevin.ru/vertebrates/>; Книжин, Вайс, 2009).

При этом на большей части Сибири хариус представлен западносибирским (бассейны р. Оби, Енисей и внутренние водоемы Северо-Запада Монголии) и восточносибирским (р. Пясины, Лена, Яна, Индигирка, Колыма, Хатанга, Хантайка) подвидами. Ограниченный ареал занимают эндемики черный и белый байкальские хариусы озера Байкал (Романов, 2004; Зиновьев, Бакланов, 2005).

Однако хариусовая фауна бассейна р. Енисей довольно разнообразна и представлена различными группами. В русловой части и правых притоках среднего и нижнего Енисея наибольшее влияние на фауну оказывают байкальские хариусы *Th. baicalensis* Dybowski и *Th. brevipinnis* Svetovidov (Романов, 2007). Позитивно, что на большей части бассейна р. Енисей обитает вид, близкий подвидам *Th. a. baicalensis* или *Th. Baicalensis*, придерживаются и другие исследователи (Книжин и др., 2006; Weiss et al., 2007). Впоследствии было сделано заключение о том, что в бассейне р. Енисей обитают три вида: *Th. arcticus*, *Th. baicalensis* и открытый новый вид хариуса *Thymallus svetovidovi* sp. nova – верхнеенисейский хариус (Книжин и др., 2006; Книжин, Вайс, 2009; Книжин, 2011). Между тем В.И. Романовым (2009) было подвергнуто сомнению выделение нового вида, поскольку верхнеенисейских хариусов в пределах водоемов Южной Сибири следует относить к *Th. nikolskyi* Kashchenko.

Для хариуса системы р. Енисей также характерным является наличие симпатрических популяций. Так, известно, что в истоках Енисея, а также водных объектах Тувы сибирский хариус обитает вместе с монгольским (Исаченко, 1912; Попов, 2001). На ограниченном участке р. Енисей (Казачинские пороги) был установлен факт совместного обитания популяций черного и белого хариусов (Заделенов и др., 2000 а, б). Ранее в 1958 г. при анализе ихтиофауны р. Енисей А.В. Подлесным (1958) были отмечены формы хариуса «беляк» и «черный», таежный. Обитание симпатричных популяций хариусов (западно- и восточносибирского) в бассейне р. Енисей подтверждается исследованиями В.И. Романова (Романов, 1990, 2000; Романов, Брусьянина, 1996).

В результате исследований двух популяции хариуса из верховьев р. Мана (правого притока р. Енисей) и из оз. Манское (исток р. Мана) были выявлены различия по морфометрическим признакам, темпу роста и длительности жизненного цикла. В озере Манское обнаружен уникальный хариус, который характеризуется наименьшим количеством чешуй в боковой линии – в среднем 70,9 шт. (Заделенов, 1994; Заделенов и др., 2000 б). При этом определить статус этого крупночешуйного хариуса довольно сложно, поскольку он отличается от южносибирских, хотя и находится в пределах их распространения (Романов, 2009).

Таким образом, хариусовая фауна р. Енисей представляет собой сложный комплекс, в котором состав и таксономическая принадлежность форм подлежат дискуссии. И, как отмечает А.В. Балушкин (2003), в целом для хариусов более совершенной классификации после Л.С. Берга и А.Н. Световидова исследователям пока не удалось создать.

Помимо видового разнообразия у хариусовых рыб выделяются речные, озерные и ручьевые экотипы с множеством промежуточных экоформ. В среднем и нижнем течении реки Енисей с притоками обычны длинноцикловые популяции. В верховье бассейна р. Енисей (оз. Нойно-холь, Республика Тыва) обычны карликовые озерные формы (Зиновьев, 2005; Зиновьев, 2007).

Описание. Хариусы имеют длинный спинной плавник (17-25 лучей), сильно увеличивающийся в высоту у половозрелых самцов, сравнительно небольшой рот, хорошо заметные зубы. Сибирский хариус отличается от других сравнительно короткой головой (18-21 % длины тела). Верхняя челюсть достигает вертикали середины глаза. Окраска зависит от местообитания. На спине разбросаны мелкие округлые черные пятна, на боках тела – продольные полосы буровато-красного цвета, на мембране лучей спинного плавника яркие глазчатые пятна четырехугольной формы. Парные плавники от желтой до красной окраски, непарные – фиолетового цвета (Атлас..., 2002; Промысловые..., 2006; Рыбы в заповедниках России ..., 2010).

Наравне с молекулярно-генетическими и морфологическими признаками важным диагностическим признаком у хариусов являются окраска спинного плавника и его элементы рисунков (Макоедов, 1983, 1999; Романов, 2005; Книжин, 2006 б; Раднаев, 2007).

Хариус предпочитает чистую, холодную воду, с наличием каменисто-галечных редко песчаных грунтов. В реках держится в бороздках, по ямам, у обрывистых берегов, на спокойном сливе и под перекатом среди крупных камней и бурных потоков. Более крупные хариусы стоят на глубинах. В зимний период находит более глубокие места, динамично распределяется подо льдом и преимущественно локализуется в местах с замедленным течением (Пономарев, 1998).

В притоках хариус расселяется от верховьев до устья реки. В верхних участках р. Мана и притоках хариус обитает круглогодично, на нижнем отрезке от устья до Урманских порогов встречается только весной и во время подъема вверх и осенью, во время ската вниз и распределения на зимовку. Обычен в верховьях рек, а также в озерах олиготрофного типа. Молодь держится у берегов в более тихих протоках, не мелких перекатах, преимущественно с галечным дном (Запекина-Дулькейт, 1972)

Рядом зарубежных исследователей установлено, что распределение молоди хариуса зависит от скорости потока воды. Так, при уменьшении величины речного потока сеголетки рыб не изменяли своего местообитания в зависимости от субстрата, в то время как рыбы 1+ возраста искали места с меньшим количеством ила и большим количеством гравия. В дневное время сеголетки и годовики предпочитали более глубокие участки реки (40-70 см, скорость течения 0,3-0,5 м/с). При увеличении речного потока расстояния перемещения рыб также увеличивались (Riley, 2009; Riley, 2010). В ночное время молодь выбирала участки с более ровным дном и небольшой скоростью течения (Sempeski et al., 1998). Доказано, что речной хариус Арктики имеет врожденно сильный положительный реотаксис, в отличие от озерной формы (Kaaya, 1989; Kaaya, Jeanes, 1995). Также зарубежными исследователями при создании и улучшении экотопов

для хариусов в водохранилище на севере Финляндии было отмечено, что взрослые особи могут оставаться на одном участке водного объекта или перемещаться на расстояние до 2700 м/сутки, предпочитая участки со скоростью течения от 0,2 до 0,45 м/с и глубину 0,2-1,55 м (Vehanan, 2003).

Для хариуса среднего течения р. Енисей характерен высокий темп роста. Самцы несколько отстают по темпу от самок. Известно, что в уловах отмечался хариус длиной до 36,7 см и массой 639 г (Шадрин, 2006). Однако такие линейно-весовые показатели популяции хариуса превосходят массу хариуса начала века (1929 г.) во всех возрастах практически в 2 раза. Так, в 6-7-летнем возрасте хариус достигает 500-700 г, в отличие от такового до зарегулирования р. Енисей, тогда как в этом возрасте имел массу не более 300 г (Долгих, Гадинов, 2008).

Для хариуса, обитающего в притоках Енисей, такого как р. Мана, на нижнем отрезке реки размеры колеблются в пределах от 9,0 до 25 см, в среднем составляют 15,0 см. Средняя масса рыбы около 34 г, максимальная масса составляла 120 г. В верхнем течении длина достигает 33 см, масса – 370 г. Возраст рыб от 2 до 7 лет (Запекина-Дулькейт, 1972).

Хариус, населяющий нижнюю часть Енисей в р. Подкаменная Тунгуска и ее притоках представлен особями с абсолютной длиной тела до 410 мм, массой до 800 г. Максимальный отмеченный возраст 9 лет (Попов, 1990; Шадрин, 2006).

Нерест хариуса происходит в весенне-летний период. Сроки напрямую зависят от гидрологических, термических гидрохимических условий водного объекта, а также от времени суток. Уровненный режим реки является одним из основных факторов, от которого зависит нерестовая активность хариуса (Schmall, 2009).

Половой диморфизм проявляется в различной высоте спинного и анального плавников, а также в брачной окраске, особенно у самцов (Заделенов и др., 2003, 2005; Гундризер, 1967).

Сибирский хариус и все его внутривидовые формы обладают полициклическим и единовременным весенне-летним нерестом. Нерест хариуса

происходит в русле рек, речек, ключей на мелководных участках с быстрым течением (0,6-1,3 м/с), на ограниченных мелководных участках рек с песчано-каменистыми незаиленными грунтами при температуре воды 7...9 °С. Нерест состоит из нескольких туров и осуществляется на различных микроучастках нерестилища (Ермолаев, 2003; Гундризер, 1967). Некоторыми исследователями отмечается, что главное условие начала нереста – повышение температуры воды от 4 °С и выше (Заделенов, Шадрин, 2003).

В бассейне р. Енисей не проводились исследования нерестовых миграций хариуса. Однако известно, что скорость хариуса вверх по течению реки в среднем может достигать 1,2 км/сутки. Наибольшая активность миграций и наиболее интенсивный нерест у хариуса отмечается в сумеречное время или ночью (Meуer, 2001; Байдилдаев, 2008).

В правом притоке р. Енисей, р. Ангара различают несколько разновидностей хариуса: ледянки, игровой хариус, марсовик. Начало входа половозрелых хариусов в притоки Ангары отмечается с первой вешней водой. Первыми среди них на нерест идут ледянки: конец апреля - начало мая. Откладывание икры происходит при температуре воды 2...3 °С. Позже, в конце мая, появляется более крупный хариус – игровой. Этот хариус откладывает икру в устье реки Ангары и приустьевом пространстве притоков. Нерест марсовика в Ангаре отмечен с конца апреля до августа включительно (Мишарин, 1942).

Половозрелость хариусов р. Ангары наступает в 4-5-летнем возрасте. Индивидуальная плодовитость составляют у ледянки 2400 икринок, у игрового – 1800-4150 (в среднем 2680 шт.) и у марсовика – 2300-6300 (в среднем 4430 шт.). В верхнем течении Ангары в сентябре встречались особи с 5-й стадией зрелости половых гонад (Егоров, 1985).

Половозрелость хариуса р. Мана (правый приток р. Енисей) наступает с 4 лет. Процесс икрометания осуществляется производителями на мелководье, при температуре воды 5...7 °С и выше. Начало нереста приходится на конец первой декады мая. Полностью нерест заканчивается к началу июня (Запекина-Дулькейт, 1972).

Средняя плодовитость у впервые нерестующих рыб составляет $3108,8 \pm 297,1$ шт. при длине тела более 280 мм и массе 280 г (Заделенов, Шадрин, 2003).

Популяции хариуса р. Агул (правый приток р. Енисей второго порядка) впервые нерестуют в возрасте 3 лет (при средней длине 22-23 см и массе 120-130 г). Основная часть хариуса нерестится в возрасте 4-5 лет. Рыб старше 9 лет в водоемах бассейна р. Агул не обнаружено. Индивидуальная абсолютная плодовитость хариуса в среднем составляет 2160 ± 390 шт. Индивидуальная относительная плодовитость – $10,1 \pm 0,7$ икр/г. У хариуса в возрасте 6-7 лет отмечены пропуски нереста (Заделенов и др., 2004).

Согласно исследованиям хариуса р. Чапа (бассейн р. Подкаменная Тунгуска) (Заделенов и др., 2005), единичное созревание отмечалось в 4 года, массовое на 5-м году жизни, длина тела равна 268 мм, масса 227 г. Индивидуальная абсолютная плодовитость в среднем составляет 3,8 тыс. икринок, индивидуальная относительная плодовитость – 8,9 икр/г.

В бассейне Подкаменной Тунгуски хариус достигает половозрелости также в возрасте 4+ 5+ лет при длине тела 278 мм и массе 247 г. Индивидуальная абсолютная плодовитость в среднем составляет 3573 шт. Нерест протекает с середины мая до середины июня при средней температуре воды от 5...10 °С (Попов, 1990).

В р. Енисей хариус становится половозрелым в возрасте 2+ 5+ лет при достижении длины более 230 мм и массы 200 г, плодовитость впервые нерестующих рыб составляет 3100 ± 300 икр. Индивидуальная относительная плодовитость хариуса с возрастом растет. Диапазон ее колебаний от 4,94 до 20 икр./г (Шадрин, 2006).

Миграции. Хариуса относят к оседлым рыбам. На участке р. Енисей от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Кан для хариуса характерны миграции локального типа. Весной производители хариуса совершают нерестовые миграции в придаточную систему рек, притоки второго и третьего порядков. Отмечается хариус, постоянно обитающий в р. Енисей, который для размножения

остается непосредственно в русле реки. Летне-осенний нагул хариуса р. Енисей происходит на ее магистрали и в придаточных водных объектах. Зимовка происходит на глубоких участках крупных водотоков (Заделенов, Шадрин, 2003; Шадрин, 2006).

Для стада хариуса притоков р. Енисей, таких как р. Мана, характерны нерестовые миграции в верховья реки.

Хариус притоков и в нижнем участке Подкаменной Тунгуски, так же как и в р. Енисей, в зимний период стоит на более глубоких участках, где сохраняется благоприятный газовый режим. Нерестовые миграции в притоках, как и у хариуса р. Мана, совершаются в весенний период в верховья рек. На нерест в русло Подкаменной Тунгуски рыбы не уходят. Отмечено, что часть молоди из притоков может скатываться в Подкаменную Тунгуску (Попов, 1990).

Питание. По типу питания хариус является типичным эврифагом, питающимся круглый год.

Наиболее ранняя работа, описывающая питание рыб низовьев Енисей и Енисейского залива, в том числе и хариуса, была опубликована исследователями С.Д. Лавровым и В.Л. Исаченко в 1911 г. Короткая характеристика дается по 1 экземпляру хариуса, выловленного неводом вблизи Сопочной Корги. В кишечнике обнаружены личинки хирономид и гаммарусы (Исаченко, 1911). Спустя 5 лет, вышла работа В.Л. Исаченко, в которой описание питания хариуса р. Енисей дается по 145 особям, которые были пойманы в различных пунктах р. Енисей и его некоторых притоках (р. Подкаменная Тунгуска, Мана, Бирюса, Езагаш, Малая Дербина, Бьюза). Зарегистрировано, что в основной рацион входили *imago* и личинки насекомых, улитки. Помимо этого, в желудках регистрировались кусочки растений и мелкие камни (Исаченко, 1916).

В 1929 г. П. Плехановым была опубликована работа о питании сибирского хариуса р. Ангары (Плеханов, 1929). Выявлено, что пищевой рацион хариуса в основном состоял из рачков, моллюсков, личинок ручейников, комаров и

веснянок. В желудках также были отмечены семена, кусочки древесины, дождевые черви, редко пескари и гольяны.

Известно, что в первые дни жизни личиночной и мальковой стадии хариусы находят куры, заливчики и затоны, где питаются низшими ракообразными и водорослями. Сеголетки и годовики предпочитают питаться в заливах, взрослые особи стоят на быстрых отмелях, в ночное время заходят в крупные заливы (Плеханов, 1942). Выявлено, что у разных видов хариусов (*Thymallus thymallus* и *Th. arcticus*) на начальных этапах развития, в первые годы жизни спектр питания сходен. По мере роста хариусы расширяют нагульные площади, и как следствие, рационы европейского и сибирского хариусов становятся различными (Шубина, Шубин, 2004).

Согласно исследованиям, проводимым в среднем течении р. Енисей, в желудках хариусов обнаружены амфиподы, личинки, куколки и имаго насекомых, многоножки, ракообразные, олигохеты, брюхоногие моллюски, крупные веслоногие рачки (*Heterocope borealis*), икра рыб, семена высших растений, камни и древесные остатки. Основу рациона по массе составляли амфиподы, личинки ручейников и хирономид. Отмечается, что в летнем и осеннем рационе доминировали амфиподы, в зимнем и весеннем – личинки и куколки ручейников (Шадрин, 2006; Зуев и др., 2011).

Рыбы северных популяций (р. Курейка, Большой Пит) массой более 1 кг способны поедать мелких млекопитающих (Заделенов, Шадрин, 2003).

В работе Ю.И. Запекина-Дулькейт (1972) упоминается, что хариус в р. Мане весной во время миграций активно питается насекомыми, личинками и нимфами веснянок и ручейников. Особенно часто в это время в желудках хариуса встречаются более крупные личинки веснянок – *Pteronarcys reticulata*, *Skwala brevis* и др.

Рацион хариуса в Ангаро-Енисейском бассейне в основном состоит из наиболее доступных и массовых видов корма наземно-воздушных и амфибиотических насекомых. Выявлено, что рацион питания изменяется в зависимости от возраста и пола (Самарина, 2003).

Интересным является обнаруженный исследователями факт взаимодействия между хариусом и его объектом питания – гаммарусом (Гайденок, 2009). Выделяются феномен внутривидовой конкуренции хариуса и феномен «убежища» для гаммаруса.

Паразитология. В литературных источниках встречаются единичные сведения по зараженности сибирского хариуса р. Енисей, однако целенаправленного изучения паразитофауны хариуса никем не проводилось.

Согласно литературным сведениям, в бассейне р. Енисей (р. Ангара и ее притоки, р. Кача, Енисей, Саяно-Шушенское водохранилище) у хариуса было отмечено 32 вида паразитов. Из них 9 видов относились к классу трематод, по 6 видов – к классам круглых и ленточных червей, 5 видов скребней, остальные - по 1 виду – к жгутиконосцам, моногенеям, миксоспоридиям, круглоресничным, ракообразным, пиявкам (Герман, 2004 а б; Флоринская, 1979; Звягинцев, 1999; Лукьянцева, 1990; Бауэр, 1948; Спасский, 1960).

Общим паразитом по встречаемости в водных объектах бассейна р. Енисей: в Ангаре и ее притоках, Каче, Енисее и Саяно-Шушенском водохранилище являлась узкоспецифичная моногенея *Tetraonchus borealis* (Герман, 2004; Флоринская, 1979; Звягинцев, 1999; Лукьянцева, 1990; Бауэр, 1948).

В Саяно-Шушенском водохранилище, р. Бирюса (бассейн Анагары) и нижнем течении р. Енисей (районы Подкаменной Тунгуски и п. Усть-Порт) у хариуса отмечался специфичный рачок *Salmincola thymalli*.

Остальные выявленные паразиты хариуса встречались на одном, реже двух водных объектах бассейна р. Енисей.

Степень зараженности хариуса *Tetraonchus borealis* составила: р. Ангара 75-80 % (Флоринская, 1979); р. Бирюса – 12,5 % (Звягинцев, 1999); в Саяно-Шушенском водохранилище – 100 %, индекс обилия (ИО) равен 9,99 экз. (Лукьянцева, 1990); в р. Кача – 25,0 %, ИО = 0,5 экз. (Герман, 2004б). В р. Енисее паразит встречается во всех исследованных районах, однако интенсивность и процент заражения не превышают 35 % (Бауэр, 1948).

Следует отметить, что в нижнем и среднем течениях р. Енисей у хариуса была зарегистрирована цестода *Diphyllobothrium dendriticum* (Бауер, 1948; Герман и др., 2004). Высокая зараженность популяции хариуса плероцеркоидами лентеца чаечного с экстенсивностью инвазии 60 % характерна для среднего течения (д. Атаманово) р. Енисей (Герман, Вышегородцев, 2004). Также зараженность хариуса плероцеркоидами *D. dendriticum* отмечена исследователями А.В. Ушаковым и Н.В. Дубовицкой в 2003 г. в бассейне р. Ангара. На основе полученных результатов авторы выделили очаг дифиллоботриоза. Основной причиной возникновения очага, по мнению автора, выделено антропогенное воздействие на пойменно-речной ландшафт р. Ангары (Ушаков, 2012).

Дифиллоботриум является возбудителем паразитарного заболевания, опасного для человека (Моисеенко, 1999), что также подтверждают и зарубежные исследователи (Scholz et al., 2009; Skeríková et al., 2006). В Красноярском крае статистики по зараженности людей *D. dendriticum* не существует (Госдоклад..., 2012), поскольку в лабораториях медицинских учреждений при анализе материалов не определяют видовую принадлежность паразитов. Однако в соседнем Прибайкальском регионе существует природный очаг дифиллоботриоза, где доминирует *D. dendriticum* (Пронин и др., 2009).

Промысел. Ежегодный вылов хариуса в СССР составлял примерно 400-500 т. Больше всего его добывали на Байкале – 400-450 т, в Якутской АССР – до 150, в реках Коми АССР – до 70 т (Дрягин, 1960).

Значительных промысловых концентраций хариуса в р. Енисей никогда не отмечалось. Так, в 1934-1937 гг. товарные уловы достигали 18,9 т, в 1949-1955 гг. в среднем 30,7 т, что составляло менее 1% от общего вылова (Подлесный, 1958).

В 70-х гг. XX в. в бассейне р. П. Тунгуска хариус являлся одним из промысловых видов. Однако в 80-х гг. запасы хариуса левобережных притоков в значительной степени были подорваны выловом, в том числе и во время прохода его на места нереста. Русла рек практически полностью перегораживались сетями (Попов, 1990).

Схожая ситуация была отмечена и в других регионах нашей страны. В 1988 г. вышла статья М.Б. Скопца о мерах по оптимизации вылова хариуса на Северо-Востоке СССР (Магаданская и Камчатская области). Основными причинами послужили: вылов хариуса путем сплошного перегораживания рек в период осеннего ската, сильный пресс любительского рыболовства на популяции легко доступных населению рек, использование для лова ставных сетей, неводов, ловушек ячеей менее 36×36 мм, существующая норма вылова для рыбаков любителей – 20 шт/день (Скопец, 1988).

В связи с зарегулированием стока Енисея в результате строительства и дальнейшего функционирования ГЭС произошло нарушение условий обитания и воспроизводства, а также сокращение ареалов обитания большинства видов рыб. Это привело к значительным перестройкам в структуре ихтиофауны Енисея и его притоков (Куклин, 1999; Космаков и др., 2011).

Несмотря на это, в среднем течении Енисея (нижнем бьефе от плотины ГЭС) создались благоприятные условия для обитания хариуса. Однако, согласно исследованиям, наблюдалось устойчивое доминирование в популяции мелкоразмерных особей и раннее половое созревание. Такие изменения свидетельствуют о чрезмерной антропогенной нагрузке на популяцию хариуса и его перелове (Долгих, Гадинов, 2008).

За последние 4 года (2010-2013 гг.), согласно официальным сведениям Енисейского территориального управления Росрыболовства, фактический вылов хариуса в бассейне р. Енисей (Красноярский край, Республики Тыва и Хакасия) в среднем составил 35,6 т, из них промышленным способом в среднем добыто около 24,7 т, любительским – 10,4 т, остальными видами рыболовства – 0,5 т. Ежегодно выделялась квота в размере 215 т, при этом освоение не превышало 20%.

Согласно исследованиям, проводимым в ходе анонимного анкетирования рыбаков, было установлено, что на участке р. Енисей Дивногорск-Казачинское за сезон на одну лодку выливалось около 1,5 т, во время нерестового периода за два сплава плавными сетями можно добывать до 117 кг хариуса. В целом ежегодный

объем вылова хариуса на участке Дивногорск-Казачинское составляет более 130 т/год, а с учетом вылова в притоках Енисея – около 400 т/год (Заделенов и др. 2010; Гайденок и др., 2006, 2009).

Биохимические исследования. Рядом исследователей отмечено, что хариус относится к объектам, обладающим высокой пищевой значимостью в рационе человека (Тугарина, 1981; Глызина и др., 2009; Gladyshev et al., 2009).

В последнее время стали появляться работы по изучению содержания полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) хариуса. Одной из таких работ является работа Н.Н. Сущик (Sushchik et al., 2006), в которой исследуется сезонная динамика содержания ПНЖК хариуса р. Енисей (*Thymallus arcticus*). В результате получены доказательства, что хариус самостоятельно способен преобразовать ПНЖК (диетическое EPA в DHA).

Установлено, что снижение запасов ПНЖК в биомассе верхних звеньев трофической цепи связано с антропогенным загрязнением водных экосистем, и, как следствие, является тенденцией к снижению содержанию этих кислот в биомассе рыб-бентофагов, в частности хариуса (Гладышев, 2012). Согласно исследованиям, антропогенное загрязнение не сказывается на содержании тяжёлых металлов в мышечной ткани сибирского хариуса, концентрация которых не превышает нормативов, установленных для рыбопродуктов (Анищенко, Гладышев, 2010).

В целом считается, что хариус является индикатором антропогенных воздействий и надежным объектом экомониторинга среди рыб в северных экосистемах (Зиновьев, 2006).

1.2 Искусственное воспроизводство хариуса

Первые попытки искусственного разведения хариуса в России были предприняты еще в 20-х годах XX века на Байкале, однако широкого применения так и не получили (Кожов, 1958). Первые разработки по воспроизводству хариуса

в странах Европы были выполнены в 50-х гг. XX в. (Aganovic, 1957; Svetina, 1957; Volk, Vesel, 1961; Jankovic, 1964).

В 1936-1941 гг. К.И. Мишариным и В.П. Новоселовой были проведены работы по инкубации икры хариуса р. Ангара и Королок (приток р. Ангара) в аппаратах Сес-Грина на рыбоводном пункте. В работе приведены средние величины температуры воды во время инкубации икры и при переходе личинки на внешнее питание. Инкубация икры хариуса р. Ангара продолжалась около 41-49 суток, при среднесуточной температуре воды 4,7...5,3 °С, инкубация икры в р. Королок – 16-26 суток при среднесуточной температуре воды – 8,0...10,5 °С. Переход личинки к активному питанию происходил на 10-15-е сутки при средней температуре воды 5 °С (р. Ангара) и на 6-8-е сутки при температуре воды 10...12 °С (р. Королок). Сведения по подращиванию и объемам выпуска молоди хариуса в работе не указаны (Мишарин, 1942).

Вероятно, работы по воспроизводству хариуса продолжались, поскольку известно, что в 1959-1960 гг. выпуск личинок хариуса в Иркутское водохранилище достигал 8-9 млн шт., а в 1962 г. снизился до 2,5 млн шт. (Егоров, 1985).

Позднее, в 60-х годах XX в., в целях возобновления искусственного разведения байкальского хариуса были проведены исследования С.Г. Соиным (1963). В работе представлена характеристика нерестового стада черного хариуса, наиболее подробно и полно описаны эмбриональный и часть личиночного периодов развития черного байкальского хариуса. В эмбриональном периоде развития хариуса выделено 9 этапов и 27 стадий, в личиночном периоде – 2 этапа и 2 стадии. В эмбриональном периоде выделены стадии, когда икра хариуса очень чувствительна к механическим и любым другим воздействиям: в момент гастрюляции и начала формирования зародыша, замыкания бластопора. Описание личиночного периода заканчивается на переходе личинки на полное внешнее питание. Дальнейшее развитие хариуса не изучено. Инкубация икры осуществлялась как в лабораторных условиях (в чашках Петри) при постоянной

температуре воды 10...11 °С, так и в реке (в аппаратах Чаликова) при средней температуре 7...8 °С. Выявлено, что длительность инкубации икры черного байкальского хариуса в различных реках (Ангара, Королок, Тельная и др.) колеблется в пределах 160-211 градусодней (16-46 суток при средней температуре воды 4,6...10,0 °С) в зависимости от времени оплодотворения икры. Полученные результаты по длительности инкубации икры черного хариуса совпадают с вышеприведенными данными К.И. Мишарина (1942).

Подобные исследования в целях разработки биотехники искусственного воспроизводства хариуса европейского Ладожского озера были проведены А.М. Зайцевым (1986). Кратко приведено описание сбора и инкубации икры. Инкубация икры на начальном периоде проводилась на рамках изотермического ящика при температуре воды 7...14 °С. После наступления стадии замыкания желточной пробки икра транспортировалась в условия экспериментальной базы СеврыбНИИпроекта, где инкубацию икры осуществляли в аппаратах ИВТ-М и Вейса. Проточность воды в аппаратах составляла от 1,5 до 12 л/мин. Далее в работе детально описываются стадии и этапы развития хариуса. Всего в эмбриональном периоде выделены 8 этапов и 23 стадии, в личиночном – 2 этапа и 2 стадии развития. Описание личиночного развития завершается этапом перехода личинки на внешнее питание (при длине 16 мм), дальнейшего описания не приводится. В целом отмечено, что инкубация икры продолжалась от 12 до 26 суток при средней температуре воды 9...10,5 °С, переход личинок на внешнее питание состоялся на 29-31-е сутки от момента оплодотворения икры. При сравнении развития хариусовых рыб в раннем онтогенезе отличий в темпах развития и морфогенезе не выявлено. Видовые различия зарегистрированы в числе сегментов (24-33).

Предпринимались попытки акклиматизации и искусственного разведения хариуса *Thymallus thymallus* (L.) в водные объекты Карелии. В 1980-1983 гг. из Пяозера и Ладожского озера сеголеток и двухлеток хариуса выпускали в Вешкельскую группу озёр, однако положительного результата эти работы не

дали. При вселении молоди хариуса навеской от 3 до 7 г в озера в составе бикультуры выживаемость колебалась от 0,02 до 7,0 %. Причинами невысоких значений промвозврата могли послужить низкая жизнестойкость посадочного материала и выедание его хищными рыбами в водоёмах вселения. Более высокие показатели выживаемости хариуса в озере (до 35 %) были получены при вселении молоди навеской 14,7 г и подращивании совместно с чукучаном (навеска 4,7 г). Самые высокие показатели выживаемости озерного хариуса были получены при подращивании (5,8 г) в прудах в монокультуре – 79 %. Плотность посадки варьировала от 7 до 13 тыс.шт/га (Зайцев, Юшкова, 1990).

В Иркутском водохранилище Н.Г. Гладковой (1960) в 1959 г. выполнялись работы по воспроизводству хариуса на рыбоводных пунктах. Икру инкубировали в аппаратах Сес-Грина. Отмечено, что инкубация икры хариуса протекала от 18 до 22 суток при температуре воды 8...9 °С и 16-19 суток при температуре 11 °С. Позже в работе И.И. Смольянова (1962), участвовавшего в рыбоводных работах на том же водоеме в 1962 г., указано, что в водоеме выпускалась молодь хариуса на стадии свободных эмбрионов сразу после вылупления.

Согласно отчету Енисейрыбвода, в 1969 г. внезаводским методом была проинкубирована икра хариуса на оз. Шорам-Холь (Тувинская АССР). Инкубация икры в аппаратах Сес-Грина длилась 10 суток при температуре воды от 5...18° С. Подращивание молоди не проводили. Известно, что в результате выпущено 1,5 млн шт. личинок (Бурлаева, Бескровных, 1969).

В 1982 г. А.Н. Гундризером были проведены рыбоводные мероприятия по разведению саянского озерного хариуса (Гундризер, 1982). Во время инкубации икры в аппаратах Сес-Грина изучался эмбриогенез хариуса. В результате было выделено 8 этапов развития. Продолжительность инкубации составила 12-14 суток в зависимости от температурного режима (6...15 °С). Отмечено, что поднятие на плав личинок состоялось на 2-3-и сутки после вылупления. Дальнейших наблюдений за личиночным развитием озерного хариуса в методических указаниях не приведено.

В монографии П.Я. Тугариной (1981) эмбриогенез белого хариуса оз. Байкала приведен согласно его суточному развитию и соответствующих температур. Отмечается, что инкубация икры байкальского хариуса длилась 225 градусодней при средней температуре от 10,9...19,9°C (16-17 суток). Эмбриональный период белого хариуса на первых этапах совпадает с развитием черного хариуса, более поздние этапы приходятся на разный возраст. Также выделены периоды чувствительности икры к любым видам воздействия: от оплодотворения до конца дробления, от конца гастрюляции до начала пульсации сердца и образования глазных бокалов. Отмечалось, что рассасывание желточного мешка у личинки продолжалось в течение 5 суток. Личиночный период не описан, однако приведены сведения по питанию и росту молоди хариуса.

В 2001 г. были проведены опытные работы по получению молоди хариуса в Севере-Енисейском районе Красноярского края на р. Чапа (бассейн р. Подкаменная Тунгуска) (Заделенов и др., 2005). Оплодотворенная икра закладывалась в инкубационные ящики (модификация аппарата Чаликова – нижние трети передней и задней стенок и днище были выполнены из мельничного газа № 11), установленные непосредственно в реке. Средняя температура воды во время инкубации составила 9 °С (207 градусодней). После выклева молодь хариуса пересаживали в садки, установленные ниже искусственно сделанной плотины. Переход молоди на внешнее питание завершился на 4-6-е сутки после выклева. Выпуск молоди был произведен в р. Тея и Калами, навеской 0,02 г, длиной 1,5 см.

В 1996 г. сотрудниками Колымской РМС проведена отработка технологии заводского воспроизводства восточносибирского хариуса р. Балыгычан. Инкубация икры осуществлялась в аппаратах Вейса при температуре воды 5,4 °С. Оплодотворение составило 65 %. В ходе работ выделены некоторые этапы эмбрионального развития хариуса в соответствии с суточным развитием, температура воды варьировала в пределах 6,0...12,0 °С. Инкубация икры продолжалась в течение 17 суток. Переход на личиночный этап наблюдался на 23-

и сутки развития при температуре 15,0 °С. На этом этапе был осуществлен выпуск молоди. Основные биотехнические нормативы при инкубации и подращивании молоди в работе не приведены. Отмечено, что колымский хариус является перспективным объектом промысла и искусственного воспроизводства при проведении компенсационных мероприятий (Копосов, 2013).

Одной из последних работ по рыбоводству байкальского хариуса является работа О.И. Журавлева (2005). В ней описаны результаты товарного выращивания белого байкальского хариуса на базе Селенгинского экспериментального рыбоводного завода. Для инкубации икры использовались аппараты «Осетр». Инкубация продолжалась 9-12 суток при средней температуре 14,2 °С. После вылупления, свободные эмбрионы пересаживали в бассейны ИЦА-2. На начальных этапах подращивания использовались живые кома (науплии артемии). Далее подращивание молоди до двухлетнего возраста осуществляли с помощью сухих кормов. Зарегистрировано, что личиночный период белого хариуса завершался на 20-е сутки при длине 25 мм и массе 120-140 мг. Получены рабочие кормовые коэффициенты: от личинок до мальков – 0,7 ед., при подращивании мальков и сеголеток – 0,8-0,9 ед. Отмечалось, что белый байкальский хариус обладает рядом ценных свойств: быстрый линейно-весовой рост по сравнению с другими хариусами, относительная холодноводность, непродолжительный период инкубации, высокие пищевые качества (жир – 6%, белок – 21%) и характеризуется как перспективный объект товарного рыбоводства.

В период с 2004 по 2009 гг. в бассейне реки Лозьва, в связи с наблюдающимся оскудением запасов хариуса и сокращением численности старшевозрастных рыб, были проведены экспериментальные работы по воспроизводству сибирского хариуса (Бондарев и др., 2007; Цурихин и др., 2008, 2010, 2011). Инкубация икры проводилась на деревянных рамках, обтянутых капроновой сетью. Инкубационный период длился в среднем 21 сутки при средней температуре воды 4...9 °С. Выход выклюнувшихся личинок варьировал от 50 до 70 %. Выпуск молоди осуществлялся на этапе смешанного питания. В

результате проведения экспериментов проинкубировано 248000 икры (84 % оплодотворения сухим способом) и выпущено в реку 165 тыс. шт. молоди (56 % от полученной икры).

Интересной является работа по проведению в полевых условиях интродукции хариуса в реки Норвегии с целью оценки его выживаемости и роста. Так, выживаемость личинок на этапе поднятия на плав и активного плавания составила более 90% в отличие от икры, смертность которой доходила до 50%. В целом отмечалось, что период от оплодотворения икры до активного плавания молоди составлял от 27 до 40 суток (264-280 градусодней) (Naugen, 2000).

В 1993-1995 гг. велись разработки биотехники воспроизводства хариуса *Thymallus thymallus* (L.). Как отмечает автор, успех заготовки рыбы в природных водах зависит от множества факторов, таких как источник рыбы, ее выдерживание и акклиматизация, обработки и транспортировки, плотности посадки, размера и возраста и хищничества. В целом, дается заключение о том, что биотехника выращивания является одним из важных факторов в выживании рыб (Carlstein, 1997).

В 2013 г. вышла статья Tuija Gadd и др., в которой описываются проблемы, связанные с высокой гибелью молоди, возникшие при разведении хариуса в хозяйствах Финляндии в периоды с 2002 г. по 2010 г. В результате паразитологических, бактериологических исследований не было выявлено заболеваний, которые могли бы вызвать смертность хариуса. Предположения о заражении молоди вирусом не подтверждены. Однако авторы считают необходимым проводить дополнительные исследования, поскольку у молоди хариуса отмечены неврологические расстройства, характерные для вирусной инфекции (Gadd et al., 2013).

В последние годы в Чешской Республике в университете University of South Bohemia с целью получения необходимого количества половых продуктов в более сжатые сроки проводятся экспериментальные работы по проведению стимуляции производителей гормональными препаратами Gonazol и Supergestan (Turek et al.,

2013; Svinger et al., 2011). В результате установлено, что препарат Supergestran более эффективен для стимуляции овуляции у самок хариуса в концентрации 10-30 мкг/кг.

В целом в разные годы (в основном XX в.) проведено немало работ по воспроизводству хариуса и выпуску его в водные объекты нашей страны. Однако обзор литературы показывает, что наиболее полно изучено и описано эмбриональное развитие хариуса. В большинстве своём работы по биотехнике ограничиваются инкубацией икры и выпуском в водные объекты неподрощенной молоди. В инструкции и справочной литературе по биотехнике разведения и выращивания хариуса весьма кратко приводятся только основные этапы его разведения (Инструкция..., 1985; Козловский и др., 1980) Как следствие, полноценно разработанной биотехники разведения хариуса в открытой печати за последние годы не встречено.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной водной артерией на территории Средней Сибири является река Енисей. Она образуется при слиянии Большого Енисея (Бий-хем) и Малого Енисея (Каа-хем). Система Енисея относится к бассейну Северного Ледовитого океана. Длина реки от места слияния до устья составляет 3487 км. По водному режиму Енисей принято делить на три участка: 1) Верхний Енисей – от начала реки (г. Кызыл) до устья р. Тубы (длина 1238 км); 2) Средний Енисей – до устья р. Ангары (717 км); 3) Нижний Енисей – до его устья (2137 км) (Красноярский край. Природное и экономико-географическое районирование..., 1962; Средняя Сибирь..., 1964; Ресурсы поверхностных вод..., 1973).

2.1 Река Енисей (Сухобузимский район)

В 2010 г. временный рыболовный комплекс (ВРК) был установлен на р. Енисей (среднее течение) в районе п. Кононово (Сухобузимский район Красноярского края). Согласно схеме природного районирования Средней Сибири, этот участок расположен на территории Красноярской лесостепной равнины, на стыке Западно-Сибирской равнины и предгорной равнины Восточного Саяна (Средняя Сибирь, 1964).

Климат в районе исследований резко-континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом. Район относится к I климатической зоне. Среднемесячная температура воздуха в январе варьирует от -14 до -28 °С, в июле от +12 до +21 °С. Абсолютная минимальная температура воздуха равна -51, максимальная +37 °С. Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки -40 °С. Годовое количество осадков 400-600 мм, свыше половины годовой суммы осадков приходится на теплый период. Продолжительность безморозного периода изменяется от 59 до 109 суток. Устойчивый снежный покров длится в среднем 160 дней, высота снежного покрова 50 см. Среднемесячная относительная влажность воздуха более 75 %.

В районе преобладают ветры западного, юго-западного и южного направлений.

Радиационный баланс за год составляет от 900 до 1500 МДж/м². Вечномерзлых грунтов в районе нет. Сейсмичность равна 6 баллам.

Гидрологический режим. В результате зарегулирования стока Енисея плотиной Красноярской ГЭС произошли значительные изменения гидрологического режима реки.

Протяженность Енисея в Сухобузимском районе составляет 70 км, ширина от 300 до 1400 м. По судовому ходу преобладают глубины до 20 м. Грунты песчано-галечные, местами каменистые. В русле находится значительное количество островов и осередков.

В этом участке основное питание река получает от талых снеговых вод. Дождевые осадки и подземные воды в питании занимают второстепенное положение. В годовом ходе уровня воды выделяется весеннее-летнее половодье, которое начинается в конце апреля-начале мая (Ресурсы поверхностных вод, 1973). Средний уровень воды за многолетний период (1970-2010 гг.) составил 137 см, в 2010 г. – 190 см, в 2011 г. – 140 см (пост с. Атаманово) (Государственный водный кадастр..., 2011, 2012).

Первые ледовые явления на р. Енисее на участке появляются в ноябре в виде заберегов. Так, начало осенних и зимних ледовых явлений на р. Енисее (у поста с. Казачинское) в период 1983-1989 гг. регистрировалось с 16 ноября по 20 декабря, шугохода – с 22 ноября по 01 января, ледостава с 12 декабря по 01 января (в 1984 г. 30 января). Начало весеннего ледохода на р. Енисей в зарегулированных условиях наблюдается с 03 по 18 марта (в 1985 г. 07 апреля), завершение ледовых явлений - с 05 марта по 04 апреля (в 1985 г. – 14.04). Очищается река ото льда в апреле. Средняя продолжительность ледовых явлений составляет 113 дней (Государственный водный кадастр..., 1985 б, в, 1986, 1987, 1988 а, б, 1990 а, б).

Величины максимальных расходов воды р. Енисей за период 1967-1980 гг. в среднем составили 1550 м³/с. Среднегодовые расходы взвешенных наносов

изменяются от 6,3 до 29 кг/с, в среднем 13 кг/с. Величины среднегодовой мутности в среднем равны 4,8 г/см³ (Ресурсы поверхностных вод..., 1973; Бахтин, 1961).

Глубина залегания грунтовых вод изменяется от 10-15 до 30-40 м. Воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 0,5 г/л. Общая жесткость колеблется от 0,7 до 6,3 мг-экв.

Температурный режим. Термический режим нижнего бьефа Красноярской ГЭС полностью определяется ходом термических процессов, происходящих в водохранилище (Космаков, 2001).

Наибольшие значения температуры воды за год в период 1993-2004 гг. на участке п. Атаманово зарегистрированы в пределах 13,2...15,6 °С. До создания плотины и зарегулирования стока средняя многолетняя из наибольших значений температуры воды отмечалась 26 июля – 22,3 °С (Космаков, 2001). Переход температуры воды через 0,2 °С весной приходится на период 06 - 23 марта (2010-2013 гг.). Осенью переход температуры воды через 10 °С наблюдается с 07 сентября по 14 октября (Государственный водный кадастр..., 2011, 2012).

Температурный режим реки Енисей за период май-июль (пост п. Атаманово, расстояние от устья 2379 км, площадь водосбора 300000 км²) представлен в таблице 1 (Государственный водный кадастр..., 1985 а, б, в, 1986, 1987, 1988 а, б, 1990 а, б, 2010, 2011, 2012).

Таблица 1 – Многолетний температурный режим воды (°С) за период май-июль, р. Енисей (пост п. Атаманово)

Месяц	1980-1989 гг.	1993-2003 гг.	2010 гг.	2011 гг.	2012 гг.
Май	5,0	4,2	3,3	4,3	4,2
Июнь	8,6	7,6	6,1	6,4	8,3
Июль	10,1	10,6	9,4	10,0	11,2

Качество вод и антропогенное воздействие. Качество вод реки Енисей на участке створ - 35 км ниже города Сосновоборска, 0,5 км ниже выпуска сточных вод завода автоприцепов по основным химическим параметрам представлено в таблице 2 (Ежегодники качества поверхностных вод суши..., 2002, 2004, 2005).

Таблица 2 – Гидрохимические показатели воды р. Енисей на участке створ - 35 км ниже города Сосновоборска, 0,5 км ниже выпуска сточных вод завода автоприцепов.

Показатели качества воды	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Растворенный кислород, мг/л	10,5	11,3	11,0	11,9	11,4
БПК ₅ , мг/л	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6
Азот аммонийный, мг/л	0,06	0,19	0,02	0,3	0,09
Азот нитритный, мг/л	0,002	0,000	0,001	0,001	0,008
Фенолы, мкг/л	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002
Нефтепродукты, мг/л	0,09	0,22	0,06	0,09	0,2
Взвешенные вещества	5,3	7,2	6,9	6,1	7,0
Медь	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003
Цинк	0,017	0,011	0,011	0,012	0,015
Никель	0,005	0,006	0,003	0,006	0,006
Алюминий, мкг/л	0,03	0,01	0,009	0,01	0,028
Марганец	0,016	0,007	0,005	0,007	0,01
Железо общее	-	-	-	0,2	0,16
СПАВ, мг/л	0,03	0,02	0,01	следы	0,02
Смолы и асфальтены	0,17	0,11	0,13	0,08	0,06
Ксантогенаты	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04
Метанол	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
α-ГХЦГ, мкг/л	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001
γ-ГХЦГ, мкг/л	0,000	0,004	0,001	следы	0,001

Согласно многолетним данным ФГБУ «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», колебания растворенного кислорода в воде р. Енисей (35 км ниже города) за 2008-2010 гг. составляют 8,95-9,85 мг/л. По соотношению ионов вода относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Минерализация воды – до 100 мг/л. Активная реакция слабощелочная, величина рН – 7,25–7,60. Источниками загрязнения р. Енисей в основном являются предприятия г. Красноярска, а также выявлено, что загрязнение рек в пределах района происходит за счет поступления

загрязняющих веществ с поверхностным стоком (смывы с берегов), бытовых стоков от населенных пунктов, а также в результате судоходства. Основные загрязняющие вещества - фенолы, нефтепродукты, СПАВ и соединения меди, цинка. Отмечено ухудшение качества воды на территории Красноярского края в направлении от истока к устью. Воды р. Енисей на участках 1 км ниже г. Сосновоборска и 35 км ниже г. Красноярска оцениваются как «загрязненные», «очень загрязненные» (3-й класс, разряды «а» и «б») (Жукинский и др., 1981; Романенко и др., 1990; Государственный доклад..., 2009, 2010, 2011, 2013).

Зарегулирование стока Енисея привело не только к гидрологическим, но также и к термическим, ледовым и другим изменениям режима реки. Термический режим нижнего бьефа Красноярской ГЭС полностью определяется ходом термических процессов, происходящих в водохранилище. В результате сроки наступления ледовых явлений сдвинулись. Шугоход (в п. Атаманово) при зарегулировании образуется более чем на месяц позднее, ледостав полностью отсутствует. Кромка льда с 1970 г. не приближалась на 100 км к плотине Красноярской ГЭС. В период нормальной эксплуатации Красноярской ГЭС толщина льда повсеместно уменьшилась (Космаков, 2001; 2010).

В результате строительства и эксплуатации ГЭС оказывается негативное воздействие на состояние рыбного хозяйства в целом (Заделенов и др., 2010б; Куклин, 1999; Космаков и др., 2011).

Основным источником техногенного радиоактивного загрязнения природной среды является ФГУП «Горно-химический комбинат» (ГХК), расположенный ниже по течению р. Енисей.

2.2 Река Мана

В Енисей впадает более 500 притоков свыше 100 км, большинство из которых правобережные. Одним из таких притоков является река Мана, впадающая в Енисей в 2488 км от устья. Река берет начало в Восточном Саяне из озера Сорок (Верхнеманское), которое находится на стыке двух хребтов Восточного Саяна – Майского и Кутурчинского белогорий. Длина водотока

составляет 475 км, водосборная площадь бассейна 9320 км². Река имеет около 37 притоков, наиболее крупными из них являются р. Б. Арзыбей, Правая Мимия, Баджей, Колба, Урман, Береть, Изык.

Местность, по которой протекает р. Мана согласно схеме природного районирования, относится к Алтайско-Саянскому нагорью, провинции Саянские горы Кузнецкого Алатау, округу Восточно-Саянские лесные и гольцовые горы. Северо-западная часть Восточного Саяна имеет вид низкогорья с абсолютными высотами до 1000 м. В верховьях рек горы поднимаются до 2000 м и выше. До высоты 700 м распространены светлые леса из лиственницы, сосны, березы и осины на темно-серых лесных почвах. Выше сменяются темнохвойными лесами из ели, пихты, кедра на дерново-подзолистых почвах. Верхняя граница леса расположена на высоте 1400-1700 м и образована кедровыми лесами (Средняя Сибирь..., 1964).

Бассейн реки вытянут с юго-востока на северо-запад. Граница водосбора реки проходит на севере по водоразделу с р. Базаиха, на северо-востоке и юго-западе – с р. Сисим, на западе – с р. Енисей и его небольшими притоками (Материалы по гидрографии СССР..., 1947).

Долина реки преимущественно ящикообразная, только в отдельных местах V-образная, ограниченная с двух сторон горами, возвышающимися на 250-300 м над уровнем воды. Горы тянутся непрерывной цепью. Ширина долины по верху 2-5 км, по дну – 300-600 м. Долина реки и частично ее русло образуют много поворотов и петель с узкими перешейками. Острова песчано-галечные, в половодье большинство из них заливаются водой (Материалы по гидрографии СССР..., 1947).

Ширина реки преимущественно 80-120 м, в верхнем течении сужается до 30 м, расширяясь в некоторых местах до 180 м. В нижнем течении долина реки расширяется и в устье достигает 400 м. Преобладают глубины 0,8-1,2 м, наибольшая – 5 м, наименьшая – 0,2 м. Течение быстрое, на перекатах и шиверах скорость до 2,0-2,5 м/с. Дно галечно-каменистое на перекатах и мелкогалечное на

плесах с большим количеством подводных и надводных камней (Материалы по гидрографии СССР..., 1947).

Климат. Климат района резко-континентальный. Средняя годовая температура воздуха - плюс 0,5 °С, средняя температура января –16,2 °С, июля +19,4 °С. Безморозный период длится около 120 дней. Годовое количество осадков на высотах около 600 м составляет 674 мм. Снежный покров имеет мощность 70-75 см. Безморозный период в предгорьях длится более 3 месяцев, а в центральных и высокогорных районах – 2 месяца и меньше. Питание реки в основном происходит за счет таяния снегов и летних дождей (до 60 %) (Черкасов, 1962).

Гидрологический режим. Для водного режима реки характерны весенне-летнее половодье и паводки в летне-осенний период. Начало половодья приходится на апрель-начало мая. Наступление максимального расхода воды отмечается с конца апреля по конец июня. Максимальный расход воды весенне-летнего половодья 1% обеспеченности составляет 35 м³/с при уровне воды 532,57 мБС. Среднегодовой расход воды 98 м³/с, модуль стока 11,1 л/с*км². Максимальные расходы достигают 670 м³/с. Заканчивается половодье в среднем 4 июля. Длительность в среднем составляет 71 день (Шутый, 1961).

После прохождения половодья устанавливается летне-осенняя межень. Дождевые паводки, приходящиеся на этот период, незначительные. Наименьшие летние расходы воды приходятся на сентябрь-октябрь. Наименьшие зимние расходы характерны для февраля-марта (Селезнева, 1987).

Подъем уровней воды весной приходится на апрель. Отмечаются несколько пиков подъема. Интенсивность подъема за сутки в годы с большими весенними половодьями может достигать 0,5-0,9 м в сутки. Средняя продолжительность подъема половодья составляет 18 суток. Высшие уровни воды проходят преимущественно при свободном ото льда русле, в мае-июне и обычно совпадают с пиком половодья. Низшие уровни периода открытого русла в 74% случаев наблюдаются в летне-осенний период (сентябрь-октябрь). Также низшие уровни

открытого русла отмечаются в мае, между пиками весеннего половодья. Средняя дата наступления низших зимних уровней в 87% случаев приходится на середину ноября (Селезнева, 1987).

Первые ледовые образования на р. Мана появляются в октябре в виде заберегов, сала, шуги. Продолжительность шугохода колеблется от 5 до 34 дней. Ледостав начинается в ноябре. Средняя продолжительность ледостава составляет 162 дня. Ледостав отмечается шугой. Весенне-ледовые явления начинаются в апреле с образования промоин, закраин, течения воды поверх льда. Ледоход отмечается в апреле-мае. Средняя продолжительность всех ледовых явлений составляет 193 дня (Селезнева, 1987).

Участок, где расположен временный рыболовный комплекс, территориально находится между гидрометеорологическими постами: с. Нарва и п. Манский. Прилегающая к долине местность (между устьем р. Урман до устья р. Иззык) горная, с круглыми рассеченными долинами многочисленных притоков склонами, сложена коренными породами, перекрытыми хрящевато-песчаными грунтами. На склонах долины произрастает смешанный лес с преобладанием хвойных пород.

Для всего участка характерны глубины 0,8-1,2 м, наибольшие – 4 м, ширина реки в среднем до 180 м, скорости течения 0,8-1,0 м/с, наибольшие скорости течения отмечаются на перекатах – 1,3 м/с. Плесы и перекаты на участке чередуются в среднем через 500 м (Материалы по гидрографии СССР..., 1947). Уровненный режим и расход воды в весенне-летний период р. Мана представлен в таблице 3 (Государственный водный кадастр..., 1985 а,б,в, 1986, 1987, 1988 а,б, 1990 а,б, 2011).

Таблица 3 – Данные о режиме вод р. Мана (пост п. Манский, площадь водосбора 9620 км²).

Водный режим		1948-80 гг.	1985-1989 гг.	2010 г.
Уровень воды, см*		357	275	305
Расход воды, м ³ /с	Май	227	267	388
	Июнь	201	238	342
	Июль	147	197	158
	За год	97,8	115	99,3

* река Мана, пост Нарва, расстояние от устья 245 км, площадь 4410 км².

Начало половодья, по многолетним наблюдениям, приходится на середину апреля, окончание на начало июля. Продолжительность составляет 78 суток. Объем стока за время половодья равен 1330 млн м³ (Государственный водный кадастр..., 1985 в).

По среднемноголетним наблюдениям, весенние ледовые явления на р. Мана (пост у п. Нарва) начинаются в период 06 – 29 апреля, заканчиваются 03 – 07 мая. Начало осенних зимних явлений отмечено с 15 октября по 08 ноября. Ледостав наблюдается с 10 ноября по 02 декабря. Начало весеннего ледохода зарегистрировано с 08.04 по 22.04, конец ледовых явлений с 30 апреля по 11 мая (Государственный водный кадастр..., 1985 а, б, 1986, 1988 а, б, 1990 а, б).

Температурный режим участка реки. Среднегодовой температурный режим воды в весенне-летний период вод р. Мана представлен в таблице 4 (Государственный водный кадастр..., 1985 а, б, в, 1986, 1988 а, б, 1990 а, б, 2011, 2012, 2013).

Таблица 4 – Температурный режим воды (°С) за период май-июль р. Мана (пост п. Нарва)

Месяц	1980-1989 гг.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Май	3,9	3,8	7,2	7,1
Июнь	9,5	10,5	13,4	16,1
Июль	12,6	16,1	13,4	17,2

Согласно сведениям, за период 2010-2013 гг. переход температуры воды через 0,2 °С в весенний период отмечался в конце апреля - начале мая (23 апреля – 03 мая) (пост у п. Нарва). Максимальные температуры воды за год в среднем достигали 17,5...21,9 °С и приходились на июль (Государственный водный кадастр..., 2011, 2012, 2013).

Качество воды. Показатели качества воды реки Мана (п. Усть-Мана, створ в черте поселка, 1 км выше устья р. Мана) приведены в таблице 5. Превышение ПДК отмечалось по нефтепродуктам, источником которых являлась артель

старателей «Северная» (Ежегодник качества поверхностных вод..., 2002 а, б, 2005, 2004).

Таблица 5 – Гидрохимические показатели воды р. Мана – п. Усть-Мана, IV категория, створ в черте поселка, 1 км выше устья р. Мана

Показатели качества воды	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Растворенный кислород, мг/л	11,3	10,7	10,6	11,1	10,6
БПК ₅ , мг/л	1,4	1,51	1,42	1,4	1,4
Азот аммонийный	0,11	0,13	0,1	0,04	0,02
Азот нитритный	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Фенолы	следы	0,000	0,000	следы	0,000
Нефтепродукты	0,15	0,22	0,2	0,21	0,18
Взвешенные вещества	22,1	28,2	0,0	0,6	1,8
Медь	0,004	0,007	0,004	0,004	0,003
Цинк	0,02	0,014	0,025	0,03	0,012
Алюминий	0,171	0,115	0,024	0,023	0,116
Марганец	0,015	0,013	0,031	0,013	0,021
Железо общее	-	-	-	0,37	0,35
СПАВ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
α-ГХЦГ, мг/л	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
γ-ГХЦГ, мг/л	0,000	0,003	0,001	0,000	следы

Согласно наблюдениям Среднесибирского УГМС воды р. Мана (п. Усть-Мана) относятся к 3-ему классу и характеризуются как «загрязненная - очень загрязненная». В последние годы случаев «высокого загрязнения» р. Мана зарегистрировано не было (Государственный доклад..., 2009, 2013).

Воды р. Мана относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, с постоянно высоким насыщением кислородом (Ежегодные данные о качестве вод суши, 1989).

Качество воды оценивалось по биологическим показателям (Ежегодник качества поверхностных вод..., 2004):

- по перифитону – индекс сапробности воды за вегетационный период составлял 1,72 балла, что соответствует III классу качества воды «умеренно-загрязненная».

- по зообентосу – индекс сапробности и биотический индекс в среднем за вегетационный сезон составили: $S = 1,87$ балла, $БИ = 8,3$ балла, что соответствовало II-III классу качества воды, вода «чистая» - «умеренно загрязненная»;

- методом биотестирования – токсичность воды зарегистрирована в мае и августе (острый эксперимент). Для микроводорослей вода реки токсична на протяжении всего исследуемого периода. В 2003 г. отмечалось значительное ухудшение качества воды.

Антропогенное воздействие. В 50-е гг. XX в. река Мана на протяжении 330 км была освоена для сплава древесины. Сплавливали сосну, лиственницу, частично ель и пихту. Период сплава устанавливался с середины мая по начало октября. В 1960-1970 гг. объем сплавляемой древесины молею увеличился до 1,5-1,7 млн м³. В результате применения техники для расчистки заломов бревен изменилось ложе реки. В период массовых заготовок древесины хвойных пород при разреживании леса в нижнем течении реки в летний период заметно повысились температуры воды, наблюдалось обмеление русла реки. (Материалы по гидрографии СССР..., 1947; Запекина-Дулькейт, 1972). Кроме того, сплав древесины нанес существенный вред, изменив ложе реки. Как следствие, был нанесен непоправимый ущерб нерестилищам, в том числе ценных видов рыб.

Помимо сплава леса, негативное воздействие оказывают работы по разработке россыпных месторождений, которые проводятся в русле реки, а также несанкционированный вылов с использованием запрещенных орудий лова, особенно во время нерестового периода ценных видов рыб: ленка, тайменя, хариуса (Определение ущерба рыбохозяйственным водоемам ..., 1990; Ежегодник качества поверхностных вод..., 2002).

3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Основные методики, используемые при сборе материала

Сбор материала осуществлялся с 2010 по 2014 гг. на следующих водотоках: р. Енисей – 2010-2011, 2013-2014 гг., р. Мана 2012, 2014, р. Северная в 2012 г.

Отлов рыбы производился ставными и плавными сетями с размером ячеи 30-60 мм. У отловленных рыб измеряли абсолютную длину (TL , мм), длину тела по Смитту (FL , мм), промысловую длину (SL , мм) и массу тела (W , г).

Возраст рыб определяли путем подсчета годовых колец на чешуе с помощью бинокля МБС-10 (Правдин, 1933; Чугунова, 1959). Чешуя бралась в секторе между боковой линией и спинным плавником. Фотографии чешуи выполняли с помощью цифровой насадки ТС-300 (ОАО ЛОМО). Для получения более контрастных изображений чешую прокрашивали в течение 5-10 минут слабым раствором ализарина красного. Количество склеритов в каждой годовой зоне подсчитывали на цифровых изображениях (Иванова и др., 2015).

Из вариационно-статистических элементов определяли минимальное, максимальное (\lim), средние значения биометрических показателей (\bar{x}), ошибку средней ($S\bar{x}$), квадратичное отклонение (σ), коэффициент вариации (Cv), достоверность различий между выборками по коэффициенту Стьюдента (+) при уровнях значимости $p=0,95$ (Лакин, 1990).

В тексте и таблицах использовали общепринятые в ихтиологии обозначения: TL – длина всей рыбы; FL – длина по Смитту; SL – длина тела от начала рыла до конца чешуйного покрова; aO – длина от вершины рыла до передней вертикали глаза; O – диаметр глаза; pO – заглазничный отдел головы; C – длина головы; hC_1 – высота головы у затылка; hC_2 – высота головы на уровне глаза; H – наибольшая высота тела; h – наименьшая высота тела; B – наибольшая толщина тела; b – наименьшая толщина тела; aA – расстояние от вершины рыла до основания первого луча анального плавника; aD – расстояние от вершины рыла до начала спинного плавника; aP – расстояние от вершины рыла до основания первого луча грудного плавника; PV – длина от начала грудного плавника до начала анального плавника;

pD – длина от конца спинного плавника до конца чешуйного покрова; lD – длина спинного плавника; hD – высота спинного плавника; lA – длина анального плавника; hA – высота спинного плавника; lP – длина грудного плавника; lV – длина брюшного плавника; lmd – длина нижней челюсти; lmx , i/lmx – длина и ширина верхней челюсти; $D_{1,2}$ – число неразветвленных и разветвленных лучей в спинном плавнике; D , A , P , V – общее число лучей в спинном, анальном, грудном и брюшном плавниках; l – количество прободенных чешуй в боковой линии; $Sp.br$ – число тычинок на первой жаберной дуге.

Объем выборок хариуса из разных участков р. Енисей представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Объем выборок хариуса из разных участков р. Енисей

Год	Месяц	Место вылова	Объем пробы, экз.
2010	май-июнь	п. Кононово	174
2011	апрель	г. Красноярск	48
2011	май-июнь	п. Кононово	27
2013	май-июнь	п. Кононово	23
2013	сентябрь	г. Красноярск	4
2013*	январь	п. Кононово	83
2014	май-июнь	Усть-Мана, Шивера	202
Всего	-	-	561

* материал предоставлен Оськиной Н.А. (Иванова и др., 2015).

Знание относительно точных сроков нереста хариуса в среднем течении реки Енисей (конец мая – начало июня) дало основание использовать дробную величину возраста. К полному году, прожитому рыбой, добавляли индекс сезона: май-июнь – 0 лет; сентябрь-октябрь – 0,33 лет; январь-февраль – 0,67 лет; март – апрель – 0,83 лет.

Зависимость линейных размеров рыб от возраста вычисляли с помощью уравнения роста Берталанфи (Sparre at al., 1989):

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)}), \quad (1)$$

где L_t – длина рыбы в момент времени t , мм; L_{∞} – асимптотическая (максимально возможная) длина рыбы в популяции, мм; K – скорость роста; t – возраст, лет; t_0 – теоретический возраст при начальной (нулевой) длине, лет. В качестве линейного

размера использовали *FL*. Подбор коэффициентов уравнения осуществляли в программе FAO FISAT II.

Определяли пол и стадию зрелости половых продуктов в баллах (Петлина, 1987). Сбор гонад для оценки плодовитости проводили у самок на четвертой и более стадии зрелости. Для определения средних размеров икринок измеряли 10 шт. икринок окуляр-микрометром под бинокулярным микроскопом.

Индивидуальную абсолютную плодовитость (ИАП) вычисляли по формуле (Спановская и др., 1976):

$$\text{ИАП} = \text{число икринок в навеске, шт.} / \text{навеска, г} \times \text{масса гонад, г} \quad (2)$$

Индивидуальную относительную плодовитость (ИОП) определяли по методике Л.Е. Анохиной (1969):

$$\text{ИОП} = r/q, \quad (3)$$

где r – абсолютная плодовитость, шт., q – масса тела без внутренностей, г.

Наблюдения за стадиями роста и развития икры и молоди хариуса вели с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10. Для анализа развития были сделаны фотографии каждого этапа и периода онтогенеза. При определении периодов развития сибирского хариуса руководствовались работами А.Г. Соина (1963), П.Я. Тугариной (1981) и А.Ф. Коблицкой (1981).

Характеристики роста молоди оценивали по показателям абсолютного и относительного приростов (Щербина и др., 2006). Абсолютный прирост рассчитывали как разность между начальной и конечной массой рыбы. Относительный прирост характеризует интенсивность роста рыб в сравнении с начальной массой или в среднем за период и выражается в процентах:

$$\Delta M = 2 (M_t - M_0) / (M_t + M_0) \times 100, \quad (4)$$

где M_t , M_0 – средняя масса рыб в начале и конце периода соответственно.

Затраты корма рассчитывали как отношение количества корма, внесенного в емкость, где выращивается рыба, к единице прироста массы (Щербина и др., 2006):

$$Z = E_b/R, \quad (5)$$

где E_b – количество внесенного корма, кг; R – полученная продукция, кг.

Паразитологическое исследование проводили с 26 июня по 10 июля 2014 г. Методом полного паразитологического вскрытия исследовали 105 экз. молоди хариуса: искусственно выращенных – 51 экз., естественной природной популяции – 54 экз. Мальков из р. Мана вылавливали при помощи сачка. У исследованных экземпляров молоди также проводили измерения длины тела и взвешивание.

Сбор, фиксацию и камеральную обработку паразитологических проб проводили по общепринятой методике Быховская-Павловская (1985). Для видовой идентификации паразитов использовали определители (Определитель паразитов..., 1984, 1987).

Для оценки численности и встречаемости паразитов использовали широко применяемые в паразитологии показатели: экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии и индекс обилия (Барская и др., 2008).

Экстенсивность инвазии, или встречаемость паразитов – процент зараженных хозяев конкретным видом паразитов:

$$E = \frac{N_p}{n} \times 100\%, \quad (6)$$

где N_p – число зараженных хозяев; n – общее число хозяев.

Интенсивность инвазии – среднеарифметический показатель числа паразитов, приходящийся на одну зараженную особь хозяина:

$$I = \frac{Par}{N_p}, \quad (7)$$

где Par – число обнаруженных паразитов; N_p – число зараженных хозяев.

Индекс обилия – средняя численность определенного вида паразита у всех особей хозяина (включая незараженных):

$$M = \frac{Par}{n}, \quad (8)$$

где Par – число обнаруженных паразитов; n – число обследованных животных.

Статистический анализ зараженности рыб проводили с помощью программы Quantitative Parasitology (Rozsa, 2000).

Статистическую обработку морфометрических данных проводили по стандартным методикам (Правдин, 1966; Чугунова, 1959; Плохинский, 1970, 1975; Мина, 1976; Лакин, 1990) с использованием пакетом программ Microsoft Excel (версия 7).

Объем собранного и обработанного автором материала за период исследований представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Объем собранного и исследованного материала (2010-2014 гг.)

Водоток рек	Количество проб, шт.			
	рост, возраст	морфометрия	плодовитость	паразитология*
Енисей	561	пластические признаки 33; меристические признаки - 127	40	-
Мана	-	13	10	105
Северная	-	50	20	-
Итого	561	96/190	70	105

* Исследования проведены совместно с К.В. Поляевой (Иванова, Поляева, 2014); «-» исследования не проводились.

3.2 Методы, применяемые при искусственном воспроизводстве хариуса в условиях ВРК

Рыбоводные работы по воспроизводству сибирского хариуса проводились в условиях временного рыбоводного комплекса (ВРК). В 2010 г. ВРК был установлен на р. Енисей (п. Кононово, Сухобузимский район), в 2011-2014 гг. комплекс перевезли и установили на р. Мана (правый приток р. Енисей, выше п. Береть). Также в качестве апробации технологии в 2013 г. работы по инкубации икры хариуса и дальнейшему подращиванию молоди проводили в условиях полносистемного рыбоводного комплекса (ПРК) ООО «Малтат», построенного в п. Приморске Балахтинского района.

Временный рыбоводный комплекс состоял из инкубационного и бассейнового модулей. Площадь платформы под выростные бассейны составила 96 м², длина 12 м, ширина 8 м, площадь инкубационного помещения 36 м².

В состав ВРК входили: выростные бассейны площадью 4 м², модифицированные инкубационные аппараты Шустера, генератор, насос дренажный, фильтры к насосам для механической очистки воды, электрокабели, проведенные от энергоносителей к насосам, водопровод напорный для подачи воды из реки, бассейн-расходник объемом 15 м³ разборной конструкции, водопровод для подачи воды в выростные бассейны и инкубаторы, водопровод слива воды из полипропиленовых труб, навесы над бассейнами и инкубаторами для защиты их от прямых солнечных лучей (рисунки 1, 2).

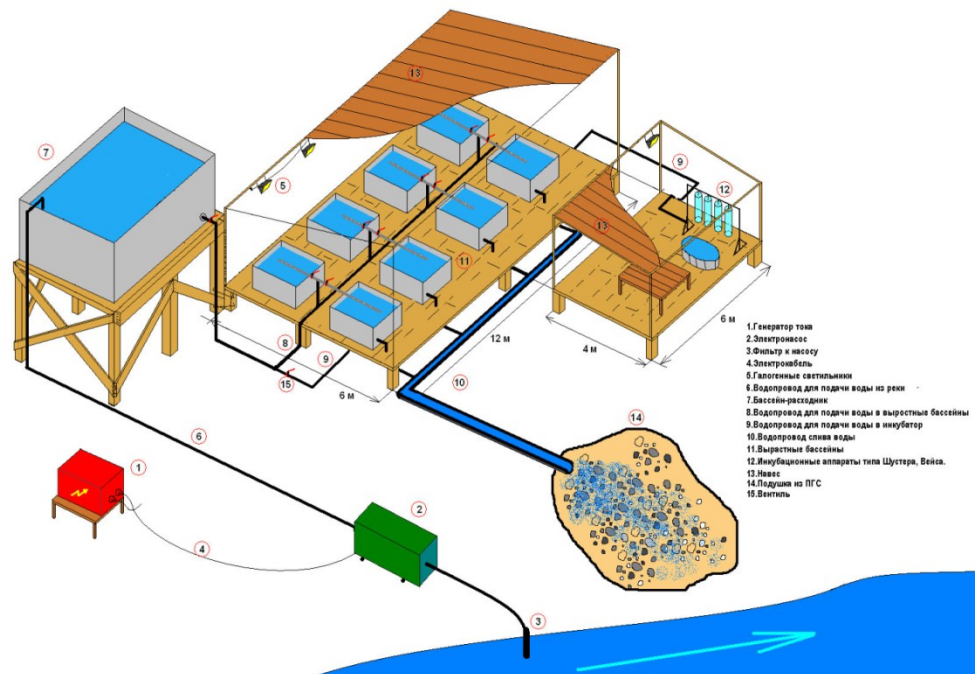


Рисунок 1 – План-схема устройства ВРК



Рисунок 2 – Фотография ВРК, установленного на р. Мана, 2012 г.

Производителей выдерживали в бассейнах ИЦА-2, после взятия рыбоводного материала (икра, сперма) рыбу возвращали в естественную среду (рисунок 3).



Рисунок 3 – Сибирский хариус перед выпуском обратно в естественный водоток р. Енисей, 2010 г.

Отбор рыбоводного материала хариуса в период май - июнь осуществляли прижизненным методом, с применением анестезии. В качестве анестетика

использовали суспензию гвоздичного масла. До начала рыбоводных работ были поставлены эксперименты по влиянию гвоздичного масла на поведенческую реакцию хариуса (Рывлина, 1985; Никоноров и др., 2005; Микодина и др., 2011).

Оплодотворяли икру сухим способом в соответствии с методическими рекомендациями (Сборник..., 1986; Магомаев, 2003; Мухачев, 2005). Для инкубации икры хариуса применялись модифицированные аппараты Шустера (рисунок 4). Весь процесс инкубации происходил в условиях пониженной освещенности.



Рисунок 4 – Каскад аппаратов конструкции Шустера, ВРК, р. Мана.

Свободные эмбрионы пересаживали в бассейны ИЦА-2, плотность посадки 10 тыс. экз/м². Далее, по мере роста личинок, плотность посадки уменьшали до 7,5-8 тыс. экз/м². Расход воды в бассейнах на начальном этапе составлял 5 л/мин, в дальнейшем увеличивался до 10 л/мин.

На всех этапах подращивания молоди хариуса в период 2010-2012 гг. применялись стартовые корма датского производства Aller futura (Aller future и Aller future larvae). Кормили личинок не менее 12 раз в светлое время суток. В первые дни до рассасывания желточного мешка использовали фракцию личиночного корма № 000. Далее, по мере подращивания личинок, фракции корма № 000 и № 00 смешивали в разных пропорциях. Помимо искусственных кормов применялись замороженные науплии артемии.

В 2013 г. молодь хариуса подращивали с применением кормов французского производства Sorpens (Troco crumble he 4949). На первых этапах

роста и развития молодь подкармливали замороженной артемией не менее 12 раз в сутки. Далее постепенно в рацион вводили корма крупкой 0,2-0,3, 0,3-0,5 и 0,5-0,8 мм. В качестве эксперимента кормление осуществляли круглосуточно.

В 2014 г. молодь кормили кормами французской фирмы Biomar (Inicio plus G 0,3-0,4 мм). В качестве стартового корма использовали замороженные науплии артемии. Кормили не реже 12 раз в светлое время суток.

В течение всего периода работы рыбоводного комплекса в модифицированных аппаратах конструкции Шустера и бассейнах ИЦА-2 осуществляли ежедневный контроль за расходом, температурным и кислородным режимами воды.

Объемы выполненных работ по воспроизводству хариуса в условиях ВРК представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Объемы воспроизводства хариуса в условиях ВРК

Год исследования	Количество собранной икры, тыс. шт.	Количество подрошенной молоди, тыс. шт.	Количество фотографий развития икры и молоди, шт.
2010	196	65,23	7619
2011	257	85,21	2000
2012	470	207,00	871
2014	160	63,048	5490
Всего	1083	420,488	15980

4. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ СИБИРСКОГО ХАРИУСА р. ЕНИСЕЙ (СРЕДНЯЯ ЧАСТЬ)

4.1 Морфометрические признаки

Анализ морфологии исследованных популяций хариуса р. Енисей, Мана (рисунок 5) проводился по 30 пластическим и 8 меристическим признакам. Согласно проведенным исследованиям, хариус р. Мана имел среднюю длину (по Смиуту) 217 ± 4 мм, при этом минимальные значения длины равнялись 192 мм, максимальные – 248 мм. Средняя длина (по Смиуту) особей среднего течения р. Енисей составляла 250 ± 8 мм и варьировала пределах 114-325 мм. Сопоставление исследованных выборок по t-критерию ($p \leq 0,05$) показало наличие у них достоверных отличий по большому числу как пластических (10), так и меристических (4) признаков. Достоверные различия зарегистрированы по следующим 14 признакам: длина тела по Смиуту, абсолютная длина тела, длина головы (в % от FL и в абсолютных значениях), наибольшая толщина тела, антевентральное, анте- и постдорсальное расстояния, расстояние от вершины рыла до основания первого луча грудного плавника, длина рыла, ширина верхней челюсти, число неразветвленных и разветвленных лучей в спинном плавнике, общее число лучей в спинном плавнике и число прободенных чешуй в боковой линии (таблица 9).

Таблица 9. Пластические и меристические признаки популяций сибирского хариуса р. Мана и среднего течения р. Енисей.

Признаки	Мана (n=13)				Енисей (n=33)				p = 0,95
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	пределы варьирования	$Cv, \%$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	пределы варьирования	$Cv, \%$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>FL, мм</i>	$217,0 \pm 4,0$	15,7	192,0-248,0	7,2	$250,0 \pm 8,0$	46,2	114,0-325,0	18,5	+
Пластические признаки, % от длины тела по Смиуту									
<i>TL</i>	$108,1 \pm 0,9$	3,1	102,6-114,6	2,9	$105,5 \pm 0,4$	2,6	94,4-110,2	2,5	+
<i>SL</i>	$93,4 \pm 0,6$	2,1	90,2-97,0	2,2	$93,8 \pm 0,3$	1,9	87,2-96,5	2,0	-

Окончание таблицы 8									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>c</i>	17,0±0,4	1,4	14,7-19,8	8,2	17,0±0,3	1,4	14,2-20,2	8,2	+
<i>H</i>	18,6±0,4	1,6	16,2-21,9	8,6	19,7±,4	2,1	16,9-27,2	10,7	-
<i>B</i>	10,6±0,2	0,8	9,6-12	7,5	11,3±0,2	1,2	9,0-13,7	10,6	+
<i>h</i>	6,5±0,2	0,5	5,7-7,4	7,7	6,3±0,2	1,0	4,6-10,5	15,9	-
<i>b</i>	3,4±0,2	0,6	2,3-4,4	17,6	3,4±0,1	0,7	2,2-5,9	20,6	-
<i>aA</i>	67,9±0,6	2,1	65,3-71,3	3,1	67,7±1,0	6,2	59,7-88,8	9,2	-
<i>aV</i>	48,0±2,0	7,3	43,6-64,4	15,2	42,4±0,6	3,3	36,2-47,4	7,8	+
<i>aD</i>	32,7±0,7	2,5	26,2-35,1	7,6	30,6±0,5	3,1	23,8-35,1	10,1	+
<i>aP</i>	19,1±0,3	0,9	16,6-20,2	4,7	14,8±0,6	3,7	9,3-20,3	25,0	+
<i>PA</i>	53,2±1,8	6,4	47,5-73,6	12,0	51,3±0,6	3,3	45,8-56,8	6,4	-
<i>PV</i>	27,5±0,3	1,2	24,7-29,3	4,4	26,8±0,5	2,9	20,7-33,5	10,8	-
<i>VA</i>	24,9±0,4	1,3	21,5-26,7	5,2	22,7±0,5	3,0	16,1-27,7	13,2	-
<i>pD</i>	38,1±0,7	2,7	34,7-44,3	7,1	39,0±0,7	4,2	32,5-54,5	10,8	+
<i>lD</i>	20,2±0,5	1,8	17,8-24,2	8,9	20,3±0,4	2,5	14,4-27,2	12,3	-
<i>hD</i>	11,3±0,4	1,4	9,8-14,5	12,4	10,7±0,4	2,6	6,7-18,1	24,3	-
<i>lA</i>	9,3±0,3	1,0	7,7-10,8	10,8	9,6±,5	2,8	6,5-21,5	29,2	-
<i>hA</i>	11,0±0,4	1,3	8,9-13,2	11,8	10,5±0,4	2,1	5,7-14,0	20,0	-
<i>lP</i>	13,5±0,3	1,2	11,7-16,1	8,9	12,9±0,2	1,0	10,7-15,8	7,8	-
<i>lV</i>	12,5±0,5	1,8	9,5-16,1	14,4	12,8±0,3	1,5	9,2-16,3	11,7	-
B % от C									
<i>aO</i>	31,2±1,3	4,5	23,7-40,0	14,4	25,9±0,6	3,6	18,6-36,2	13,9	+
<i>O</i>	31,6±0,8	2,9	27,5-35,5	9,2	24,9±0,8	4,5	18,2-38,3	18,1	-
<i>pO</i>	48,2±1,3	4,6	41,5-57,1	9,5	46,8±0,7	3,8	39,6-55,1	8,1	-
<i>Ch1</i>	66,3±3,5	11,5	44,9-82,9	17,3	59,2±1,7	8,1	47,8-77,1	13,7	-
<i>Ch2</i>	79,9±2,6	8,6	65,0-92,7	10,8	76,2±2,5	11,8	60,4-95,7	15,5	-
<i>lmx</i>	33,2±1,8	6,4	22,5-42,5	19,3	33,9±0,6	3,1	26,2-40,0	9,1	-
<i>lmd</i>	44,0±1,9	7,0	31,4-57,9	15,9	45,6±0,9	5,0	27,7-52,2	11,0	-
<i>i/lmx</i>	13,7±1,0	3,3	8,6-19,4	24,1	10,6±1,0	2,1	8,0-13,0	19,8	+
Меристические признаки									
<i>D₁</i>	8,1±0,1	0,5	7,0-9,0	6,2	7,4±0,1	1,3	5,0-13,0	17,6	+
<i>D₂</i>	13,6±0,3	0,9	13,0-15,0	6,6	12,9±0,1	1,3	7,0-17,0	10,1	+
<i>D</i>	21,0±0,2	0,8	21,0-23,0	3,8	20,4±0,1	1,6	15,0-26,0	7,8	+
<i>P</i>	15,8±0,3	1,0	14,0-17,0	6,3	15,3±,2	0,5	15,0-16,0	3,3	-
<i>V</i>	11,5±0,3	1,0	10,0-14,0	8,7	10,0±0,3	0,8	9,0-11,0	8,0	-
<i>A</i>	11,5±0,3	1,0	10,0-13,0	8,7	11,4±0,1	0,9	9,0-14,0	7,9	-
<i>ll</i>	88,5±1,4	5,2	73,0-95,0	5,9	94,7±0,4	4,9	84,0-107,0	5,2	+
<i>S.br</i>	15,8±0,2	0,6	15,0-17,0	3,8	17,0±0,2	1,7	14,0-22,0	9,9	-

Примечание. «-/+» недостоверное и достоверное отличия признака по t-критерию.



Рисунок 5 – Самки хариуса: р. Енисей, возраст 4 года (А), р. Мана, возраст 3 года (В)

Для проведения сравнительно анализа популяции р. Енисей была изучена популяция хариуса р. Северная (правый приток р. Нижняя Тунгуска). В результате выявлено, что средняя длина (по Смитту) особей составила 334 ± 5 мм, варьировала в пределах 205-377 мм. Всего было исследовано 30 пластических и 8 меристических признаков. Сравнение выборок популяций хариуса р. Северная и р. Енисей (среднее течение) по t-критерию ($p \leq 0,05$) дало в общей сложности 28 отличительных признаков: 21 пластический и 7 меристических (таблица 10).

Таблица 10. Пластические и меристические признаки популяций сибирского хариуса р. Северная (правый приток р. Нижняя Тунгуска)

Признаки	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Пределы варьирования	$Cv, \%$	Енисей и Северная, при $p=0,95$
1	2	3	4	5	6
<i>FL, мм</i>	$334,0 \pm 5,0$	34,3	205,0-377,0	10,3	+
Пластические признаки, в % от длины тела по Смитту					
<i>TL</i>	$108 \pm 0,4$	2,8	90,9-111,5	2,6	+
<i>SL</i>	$93,7 \pm 0,5$	3,7	70,3-98,0	1,8	–
<i>c</i>	$17,9 \pm 0,1$	0,9	15,3-19,7	5,0	+
<i>H</i>	$21,2 \pm 0,3$	2,3	30,2-45,8	10,8	+
<i>B</i>	$13,0 \pm 0,1$	0,9	9,8-15,5	6,9	+

Окончание таблицы 9					
<i>l</i>	2	3	4	5	6
<i>h</i>	7,1±0,1	0,5	5,4-8,0	7,0	+
<i>b</i>	4,1±0,1	0,6	1,9-5,1	14,6	+
<i>aA</i>	69,0±0,7	4,7	38,4-73,1	6,8	–
<i>aV</i>	44,7±0,4	2,5	33,5-49,2	5,6	+
<i>aD</i>	34,3±0,3	2,3	30,2-45,8	6,7	+
<i>aP</i>	17,3±0,2	1,1	15,2-20,3	6,4	+
<i>PA</i>	52,7±0,4	3	36,4-56,5	5,7	–
<i>PV</i>	28,9±0,2	1,3	25,3-33,2	4,5	+
<i>VA</i>	25,44±0,2	1,2	21,3-28,2	4,7	+
<i>pD</i>	37,9±0,3	2,3	31,4-47,5	6,1	–
<i>lD</i>	21,3±0,2	1,2	17,9-23,6	5,6	+
<i>hD</i>	12,1±0,2	1,7	7,8-17,3	14,0	+
<i>lA</i>	9,5±0,1	0,9	6,9-11,6	9,5	–
<i>hA</i>	11,6±0,2	1,3	7,8-14,4	11,2	+
<i>lP</i>	14,8±0,2	1,2	12,8-0,2	8,1	+
<i>lV</i>	16,1±,2	1,4	12,0-19,1	8,7	+
От длины головы, %					
<i>aO</i>	28,2±0,4	3,2	19,6-32,8	11,3	+
<i>O</i>	18,2±0,2	1,8	15,5-22,9	9,9	+
<i>pO</i>	44,8±0,5	3,9	36,1-56,0	8,7	+
<i>Ch1</i>	56,3±0,6	4,3	45,7-65,6	7,6	–
<i>Ch2</i>	76,6±1,0	7,3	48,6-88,1	9,5	–
<i>lmx</i>	35,3±0,7	5,1	23,7-44,4	14,4	–
<i>lmd</i>	35,0±0,5	3,3	27,9-42,6	9,4	+
<i>i/lmx</i>	9,8±0,2	1,2	8,1-12,9	12,2	+
Меристические признаки					
<i>D₁</i>	8,0±0,1	0,7	6,0-10,0	8,8	+
<i>D₂</i>	13,8±0,1	0,8	12,0-15,0	5,8	+
<i>D</i>	21,8±0,1	0,9	19,0-24,0	4,1	+
<i>P</i>	13,6±0,1	0,9	12,0-16,0	6,6	+
<i>V</i>	9,7±0,1	0,4	9,0-11,0	4,1	–
<i>A</i>	10,5±0,1	0,8	9,0-12,0	7,6	+
<i>ll</i>	95,9±0,4	2,9	90,0-106,0	3,0	+
<i>S.br</i>	15,5±0,1	0,7	14,0-17,0	4,5	+

Примечание. «-/+» недостоверное и достоверное отличие признака по t-критерию.

Основными морфометрическими признаками из числа пластических считаются высота спинного и длины парных плавников, а из числа меристических – число жаберных тычинок и чешуй в боковой линии, число

разветвленных и неразветвленных лучей и общее их количество в спинном плавнике (Романов, Брусьянина, 1996; Романов, 2007). Так, в исследованных популяциях при сравнении признаков хариуса р. Мана и р. Енисей не выявило достоверных отличий ($p=0,95$) в высоте спинного и длинах парных плавников, количестве жаберных тычинок. Однако зарегистрированы достоверные различия в количестве прободенных чешуй в боковой линии: у хариуса р. Маны – в среднем достигает $88,5 \pm 1,4$ шт. (пределы 73-95), у енисейского хариуса – в среднем $94,7 \pm 0,4$ шт. (в пределах 84-107). Также у хариуса манской популяции отмечено достоверно большее количество разветвленных, неразветвленных лучей и их общее количество в спинном плавнике ($D = 21,0 \pm 0,2$) по сравнению с хариусом р. Енисей ($D = 20,4 \pm 0,1$).

При сравнении популяций хариуса р. Северная и р. Енисей по основным диагностическим морфометрическим признакам были выявлены достоверные отличия ($p=0,95$) среди пластических признаков – в высоте спинного и длинах парных плавников (кроме анального) и всех меристических признаков. Так, исследованная популяция хариуса р. Северная имеет большее количество лучей в спинном плавнике ($21,8 \pm 0,1$ шт.), в том числе неразветвленных ($8,0 \pm 0,1$) и разветвленных ($13,8 \pm 0,1$ шт.), а также большее число прободенных чешуй в боковой линии ($95,9 \pm 0,4$ шт.) по сравнению с хариусом среднего течения р. Енисей. Достоверно большее число тычинок на первой жаберной дуге отмечено у хариуса р. Енисей – в среднем $17,0 \pm 0,2$ шт.

Выявленные отличия исследованных популяций хариуса р. Енисей и Мана (среднее течение) и р. Енисей и Северная не позволяют определить их таксономический статус, поскольку считается, что для определения таксономической индетификации хариусов на большей части бассейна Енисея применение морфометрических признаков может быть неэффективно (Книжин, 2011). Поэтому статус исследованного хариуса условно принимается как *Thymallus arcticus* Pallas, 1976 (Атлас..., 2002).

4.2 Размерно-возрастная и половая характеристики

При анализе чешуи исследованных хариусов р. Енисей (среднее течение) были выявлены четко отграниченные друг от друга зоны интенсивного роста (рисунок 6). В первые годы жизни хариуса количество склеритов варьировало в пределах 6-16 шт., в среднем составляя $10,2 \pm 0,3$ шт. (таблица 11). Наиболее значительный прирост чешуи наблюдался на втором году жизни, в этот период откладывалось в среднем около 17 склеритов. По мере роста хариуса число склеритов в годовых кольцах уменьшалось в среднем до $13,0 \pm 0,4$ шт. (кольцо №4).

Таблица 11. Количество склеритов в годовых зонах роста чешуи хариуса р.Енисей

Показатель	Кольцо № 1	Кольцо № 2	Кольцо № 3	Кольцо № 4
<i>Lim</i>	6-16	12-23	10-20	10-16
$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$10,2 \pm 0,3$	$17,6 \pm 0,3$	$15,2 \pm 0,4$	$13,0 \pm 0,4$
n	63	63	46	19

Используемые для сравнения чешуи хариуса из фоновой популяции реки Абакан (территория Хакасского заповедника, см. рисунок 6, В), имеют относительно меньшие размеры, меньшее количество склеритов в каждом годовом кольце; приросты второго года жизни не так четко выделяются среди остальных.

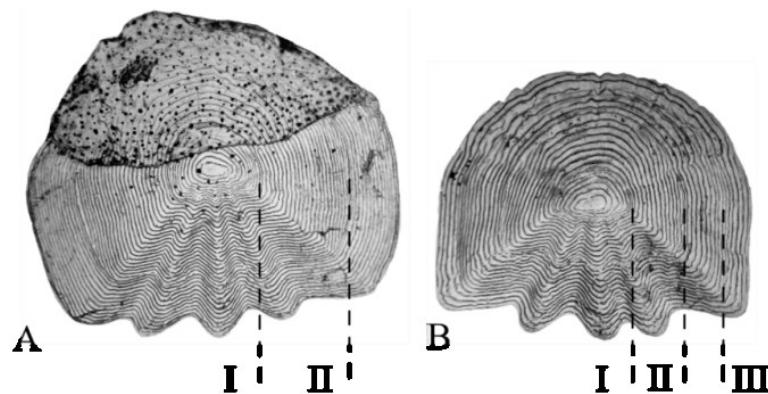


Рисунок 6 – Чешуя хариуса р. Енисей (А) и р. Абакан (В). I, II, III – границы годового кольца. Чешуи сняты при одинаковом увеличении (Иванова и др., 2015)

В уловах были представлены рыбы пяти возрастных групп, от 1+ до 5 лет. Возраст двухлеток (1+), отловленных в сентябре, оценивали как 1,33, в январе – 1,67; возраст трехлеток (2+) в апреле – 2,83 (рисунок 7). Наиболее многочисленной группой в уловах были рыбы в возрасте 3 полных лет – 343 экз. Соотношение самцов и самок варьировало по возрастным группам, однако в целом близко 1:1 (Иванова и др., 2015).

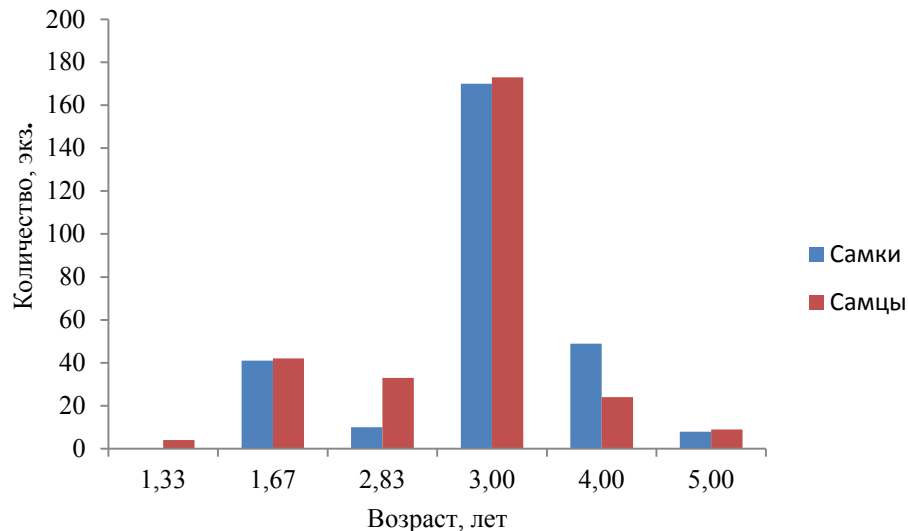


Рисунок 7 – Возрастно-половой состав хариуса в пробе из р. Енисей (2010- 2014 гг.)

Различия средних размеров и массы тела самцов и самок в каждой из возрастных групп статистически недостоверны (таблица 12). В уловах двухлетки (1,33) имели линейные размеры 135 ± 8 мм и массу тела 18 г. Группа двухлеток (1,67), выловленная в январе, была представлена особями со средними длиной (FL) 182 ± 2 мм и массой тела 67 ± 2 г. Прирост и по линейным размерам и по массе тела у двухлеток в период с сентября по январь составил около 50 единиц. Для трехлеток (2,83) характерны величины длины тела 234 ± 2 мм и массы 158 ± 4 г. Существенные различия наблюдались при сравнении рыб одной возрастной группы, отловленных в разные годы. Разброс линейных размеров в наиболее репрезентативной группе трехлетних особей с 2010 по 2014 гг. составил около 30 мм, массы тела около 50 г. При этом средние размеры трехлетних рыб в 2010 г. сопоставимы с размерами четырехлетних рыб в 2013 г. Средний размер (FL) и масса тела трехлетних особей за весь период исследований составили 262 ± 1 мм и 190 ± 2 г соответственно. В возрасте

4 года хариус имел среднюю длину тела 280 ± 3 мм и массу 243 ± 8 г. Пятилетние рыбы в уловах разных лет представлены в единичных экземплярах, средние длины и масса тела которых варьировали в пределах 315-330 мм и 350-456 г.

Таблица 12. Линейные размеры и масса тела хариуса среднего течения р. Енисей

Возраст, лет / год отлова	Показатели	Самки		Самцы		Оба пола	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	<i>n</i> , экз.	$X \pm Sx$	<i>n</i> , экз.	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	<i>n</i> , экз.
1	2	3	4	5	6	7	8
<u>1,33</u> 2010	Длина, <i>FL</i>	-	-	135±8	4	135±8	4
	Масса, г	-	-	18±3		18±3	
<u>1,67</u> 2013	Длина, <i>FL</i>	182±2	41	182±2	42	182±2	83
	Масса, г	67±3		66±2		67±2	
<u>2,83</u> 2011	Длина, <i>FL</i>	231±4	10	235±2	33	234±2	43
	Масса, г	155±11,4		159±4		158±4	
<u>3</u> 2010	Длина, <i>FL</i>	271±2	69	276±2	92	274±1	161
	Масса, г	204±5		211±4		208±3	
<u>3</u> 2011	Длина, <i>FL</i>	246±4	17	253±8	7	248±4	24
	Масса, г	152±9		163±15		155±7	
<u>3</u> 2013	Длина, <i>FL</i>	258±6	8	252±4	8	255±4	16
	Масса, г	182±13		166±7		174±7	
<u>3</u> 2014	Длина, <i>FL</i>	256±3	76	264±3	69	260±2	145
	Масса, г	188±6		183±7		185±4	
<u>4</u> 2010	Длина, <i>FL</i>	303±23	3	279	2	293±18	5
	Масса, г	283±82		251		270±54	
<u>4</u> 2013	Длина, <i>FL</i>	290±11	4	260±26	3	277±13	7
	Масса, г	267±44		195±46		236±33	
<u>4</u> 2014	Длина, <i>FL</i>	281±4	27	298±5	15	287±3	42
	Масса, г	264±12		273±14		267±9	
<u>5</u> 2010	Длина, <i>FL</i>	340	2	325±9	6	329±8	8
	Масса, г	462		384±15		403±18	
<u>5</u> 2011	Длина, <i>FL</i>	305	2	355	1	330±17	3
	Масса, г	306		606		456±76	
<u>5</u> 2014	Длина, <i>FL</i>	305±15	4	334	2	315±11	6
	Масса, г	302±18		446		350±33	

Связь массы и длины тела по Смитту аппроксимирована уравнением степенной функции, с высоким уровнем коэффициента детерминации ($R^2 = 0,9$) и, соответственно, высоким коэффициентом корреляции ($K = 0,9$) (рисунок 8).

Уравнение имеет следующий вид: $y = 0,21 \times 10^{-4} x^{2,924}$.

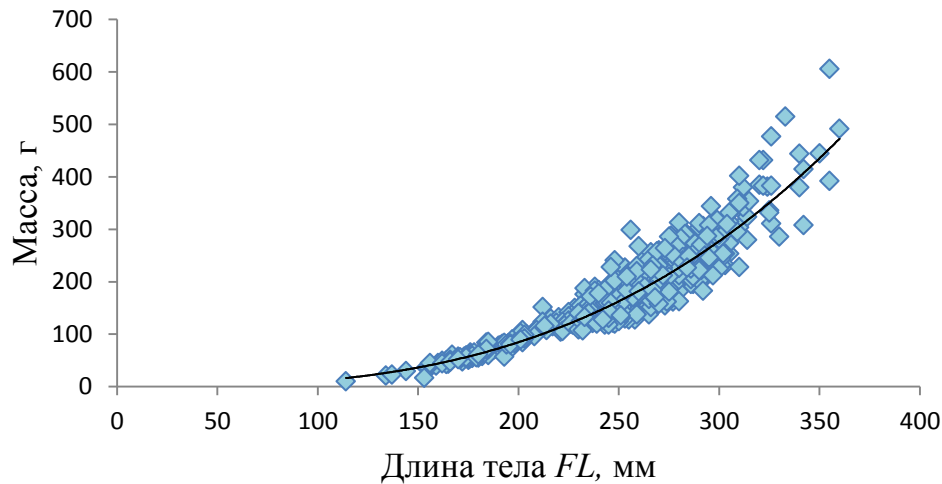


Рисунок 8 – Зависимость длины тела FL (мм) и массы (г) хариуса р. Енисей, 2010-2014 гг.

Вычисленная асимптотическая длина (L_{sm}) в уравнении Берталанфи составила $395,4 \pm 66,3$; скорость роста $K=0,34 \pm 0,17$; $t_0 = 0$. Достаточно большие ошибки коэффициентов, вероятно, связаны с малым количеством возрастных групп в уловах (Иванова и др., 2015).

Анализ размерно-возрастных показателей хариуса по районам вылова не выявил достоверного отличия (при $p=0,95$) (таблица 13).

Таблица 13 - Размерно-возрастная (FL) структура хариуса среднего течения р. Енисей по районам вылова, 2010-2014 гг.

Район вылова	Возраст, лет				Количество, экз.
	2	3	4	5	
Кононово	225 ± 5	274 ± 1	294 ± 18	332 ± 8	178
Шивера-Тартат	228 ± 7	256 ± 4	295 ± 8	326	59
Усть-Мана-Красноярск	189 ± 11	255 ± 2	276 ± 3	310 ± 11	242
Средняя	201 ± 9	264 ± 1	282 ± 3	322 ± 6	479

Так рыбы в возрасте 2 лет, выловленные в районе п. Кононово, Шивера, Тартат, устье р. Мана, в районе Красноярска имели среднюю длину (FL) от 189 ± 11 до 228 ± 7 , в среднем 201 ± 9 мм. В возрасте 3 лет от 255 ± 2 (устье р. Мана - Красноярск) до 274 ± 1 (п. Кононово), в среднем 264 ± 1 мм. В возраст 4 и 5 лет линейные размеры исследованных особей достоверно не отличались по участкам

вылова и в среднем имели длину 282 ± 3 и 322 ± 6 мм соответственно. Исходя из полученных данных, можно сделать предположение, что в среднем течении Енисея на участке 150 км (от плотины ГЭС до п. Кононово) обитает одна популяция хариуса.

При сравнении полученных нами результатов с данными других авторов (Подлесный, 1958; Шадрин, 2006 а,б; Оськина, 2013) можно отметить, что хариус в среднем течении реки Енисей характеризуется крайне высокой скоростью роста, начиная со второго года жизни (таблица 14).

Таблица 14. Линейные размеры (Lsm, мм) хариуса в различных водотоках бассейна реки Енисей (Подлесный, 1958; Шадрин, 2006 а,б; Оськина, 2013)

Возраст, лет	р. Енисей *	р. Енисей, п. Ярцево	р. Агул	р. П.Тунгуска	р. Абакан
1	114	100	176	148	151
2	195	160	208	196	168
3	253	200	235	230	194
4	294	240	257	262	233
5	323	270	275	290	267

* Восстановлены по сглаженной кривой Берталанфи (Иванова и др., 2015)

В возрасте 1 года рыбы исследуемой популяции имеют меньшие размеры (114 мм), чем их ровестники в притоках Енисея (от 100 до 176 мм). Однако уже со следующего года (2) догоняют их по длине тела: в р. Енисей – 195 мм, в притоках р. П. Тунгуска и Агул– 196-208 мм (Шадрин, 2006 а, б). В возрасте 3 лет особи р.Енисей (среднего течения) превосходят рыб из притоков и нижней части р.Енисей. Отличительной чертой хариуса среднего течения Енисея также можно назвать ускоренный рост от первого до второго года жизни, чего не наблюдается в прочих популяциях (Иванова и др., 2015).

Одной из вероятных причин высокой скорости роста исследуемого хариуса можно считать строительство плотины Красноярской ГЭС, которое привело к изменениям уровня режима реки в нижнем бьефе, средних температур воды, количественного и качественного состава кормовой базы рыб (Куклин, 1999; Космаков и др., 2011). Рост хариуса в основном русле Енисея до строительства ГЭС был существенно ниже (Подлесный, 1958) (см. таблицу 14).

Изменение гидрологического режима в нижнем бьефе водохранилища оказало в целом негативное влияние на популяции осетровых, лососевых и сиговых рыб, при этом доля хариуса в ихтиоценозе существенно возросла (Гадинов, Долгих, 2008). Несмотря на это, результаты исследований питания хариуса на данном участке показывают его высокую обеспеченность кормами, основу которых стали составлять преимущественно две группы беспозвоночных – личинки ручейников и амфиподы (Зуев и др., 2011).

В целом при оптимальных условиях существования в промысловых уловах основу половозрелой части популяции составляют рыбы 3 лет, четырех- и пятилетние рыбы встречаются единично. Возрастной ряд хариуса в притоках Енисея существенно длиннее, до 8-11 лет (Шадрин, 2006 б). Очевидно, что максимальная продолжительность жизни хариуса в среднем течении Енисея также должна быть выше. На это указывает несоответствие максимальных размеров рыб в уловах (около 35 см) и теоретической максимальной длины, полученной из уравнения Бергаланфи (39 см).

Хариус исследуемой части популяции массово становится половозрелым на третьем году жизни, при этом средние линейные размеры (FL) и масса тела самок составляют 262 ± 1 мм и 190 ± 4 г, самцов – 264 ± 2 мм и 186 ± 3 г соответственно.

Из общего числа двухлетних особей зарегистрировано половозрелых самок 22 %, самцов – 29. Среди трехлетних особей половозрелых самок 88 %, самцов – 82. При достижении хариусом возраста 4 и 5 лет половозрелыми являлись 100 % особей. Из общей выборки отловленного хариуса в возрасте 2-5 лет половозрелость выявлена у 86 % особей (47 % самок и 39 % самцов).

Величина коэффициента корреляции в паре признаков "*длина тела (FL)*" - "*стадия развития половых гонад*" показывает на средний уровень связи и находится на уровне 0,7.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) хариуса варьировала в пределах 1594-8076 шт., в среднем 3480 ± 224 шт. икринок. Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) – от 8,0 до 35,4, в среднем $16,1 \pm 1,0$ тыс.шт/кг

соответственно. Графическое выражение зависимости ИАП и ИОП от длины тела отражено на рисунке 9. Отмечается высокая концентрация половозрелых рыб при длине 230-300 мм. Однако зависимости между плодовитостью и линейными размерами (FL) хариуса средней части Енисея не прослеживаются.

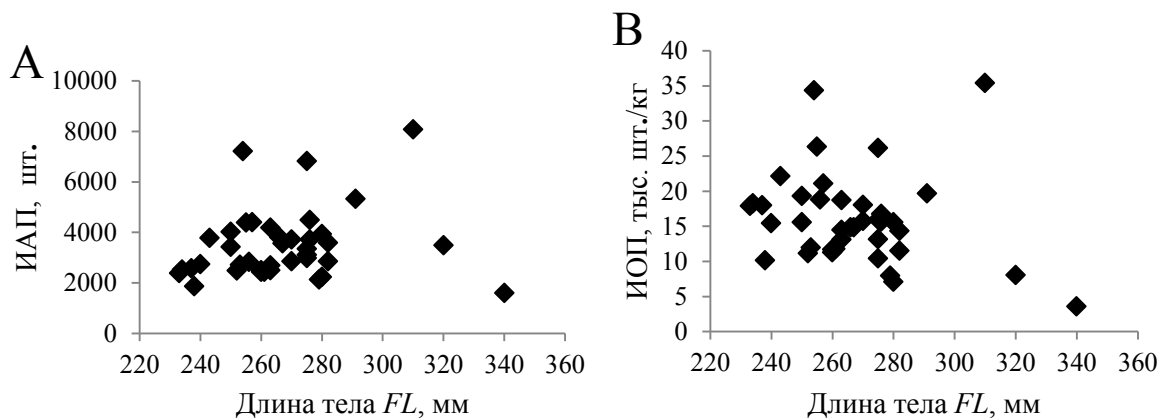


Рисунок 9 - Зависимость индивидуальной абсолютной (А) и относительной (В) плодовитости от длины тела (FL) самок хариуса р. Енисей, 2010- 2014 гг.

Полученные показатели ИАП сопоставимы с данными Е.Н. Шадрина (2006 б) по среднему Енисею и П.Я. Тугариной (1981) по Байкалу – 3100 и 3400 шт. икринок соответственно. В то же время, сравнительно с данными А.В. Подлесного (1958) по среднему Енисею до зарегулирования плотиной ГЭС абсолютная плодовитость у нерестового стада хариуса увеличилась в 1,5 раза, несмотря на то, что масса рыб в его исследованиях составляла 300 г.

Таким образом, современная популяция хариуса на участке среднего течения р. Енисей обладает более высоким темпом роста, чем до строительства Красноярской ГЭС, и по сравнению с хариусом из придаточной системы реки. Существующая скорость роста позволяет исследуемому хариусу потенциально достигать размеров до 40 см, однако реальная популяция представлена в основном рыбами мелкого и среднего размера. Высокая промысловая нагрузка на популяцию приводит к более раннему наступлению половой зрелости, в массе происходящему на третий год жизни. Показатели плодовитости увеличились со времени зарегулирования среднего Енисея, однако находятся в пределах, свойственных хариусам сибирских рек (Иванова и др., 2015).

5. БИОТЕХНИКА РАЗВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ХАРИУСА В УСЛОВИЯХ ВРЕМЕННОГО РЫБОВОДНОГО КОМПЛЕКСА

5.1 Начальные стадии онтогенеза хариуса

5.1.1. Эмбриональный период

Эмбриональный период это зародышевый период, часть жизненного цикла от момента оплодотворения икры до выклева личинки. При этом выделяют периоды: развитие в оболочке и развитие свободного эмбриона (предличинки) – без оболочки (Иванов и др., 2010).

Неоплодотворенная икра сибирского хариуса имела диаметр 2,0-3,0 мм. После оплодотворения и обводнения ее размеры увеличивались в среднем до 3,0-4,5 мм (рисунок 10). Средняя масса оплодотворенной икры после нескольких часов набухания составляла 0,03 г (варьировала в пределах 0,021 - 0,045 г).



Рисунок 10 – Оплодотворенная икра сибирского хариуса в первые часы инкубации в условиях ВРК, р. Мана, 2014 г.

В первые часы инкубации наблюдалось образование бластодиска, его ширина в основании составляла около 1,5 мм. Отмечено, что основная масса жировых капель скапливалась на анимальном полюсе.

В 2012-2014 гг. были проведены эксперименты по наблюдению за скоростью деления бластодиска. Было установлено, что от осеменения икры до появления первой борозды деления в среднем проходило 500-540 мин при температуре воды 8,0 °С и 360 мин – при 9,0 °С. Деление бластодиска на 4 (2-я борозда деления)

происходило через 80-60 мин при температуре воды 8,0...9,0 °С соответственно (рисунок 11). Равное количество времени потребовалось на появление 3-й и 4-й борозд деления – 120 мин. После завершения деления формировалась многоклеточная морула, поздняя стадия – мелкоклеточная морула.

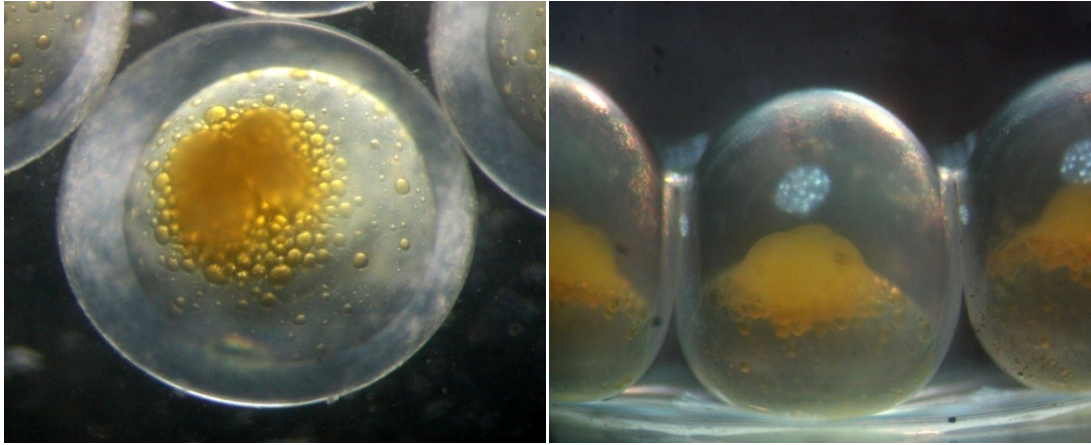


Рисунок 11 – Деление бластодиска (2-я борозда) икры сибирского хариуса в условиях ВРК р. Мана, 2012 г. : а) вид сверху; б) боковое микрофотографирование.

Появление тонкой каймы черного цвета по краю глаза у эмбрионов отмечалось в среднем на 6-е и 8-е сутки инкубации при температуре воды 16,9 и 9,4 °С соответственно, на 12-е и 15-е сутки – при более низких температурах воды (7,0...8,9 °С). Стадия пигментации глаз эмбрионов зарегистрирована на 8-е сутки инкубации при средней температуре воды 17,0 °С, на 12-е сутки при средней температуре - 11,8, на 13-е сутки при температуре воды 9,6, на 15-е сутки при средней температуре 11,2 °С и на 17-18-е сутки инкубации икры при средней температуре воды равной 8,6 °С.

Начало пульсации сердца эмбрионов зарегистрировано в среднем на 9-10-е сутки инкубации при температуре воды 10,2 °С.

Подвижность грудных плавников отмечалась на 7-е сутки развития при средней температуре воды 17,1 °С и на 13-14-е сутки при средней температуре 12,5 °С.

Меланофоры на теле появлялись в две линии на голове, спине, по бокам, а также в основании хвоста на 20-22-е сутки инкубации икры при средней

температуре воды 9,9 °С, на 16-е сутки при средней температуре 11,4 °С, на 13-е сутки при средней температуре воды 12,9 °С и на 7-8 сутки при средней температуре воды 17,0 °С.

Перед вылуплением эмбрион в икре занимал практически все пространство внутри, однако вращения его не прекращались (рисунок 12). У него также отмечалось подвижное состояние ротового аппарата, что характерно для развития в природных условиях (Соин, 1963).

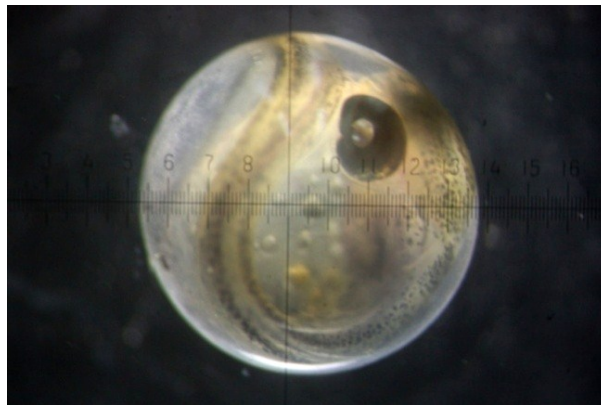


Рисунок 12 – Икра сибирского хариуса перед вылуплением, 2012 г.

Период вылупления зародыша хариуса в разные годы в зависимости от температурного режима варьировал от 2 до 8 суток (таблица 15) при средней температуре воды от 8,7 до 18,3 °С. Единовременное вылупление зародышей было зарегистрировано только в 2014 г. (р. Мана) в пределах средних температур воды от 12,8 до 18,2 °С. В других случаях вылупление было растянутым во времени.

В среднем продолжительность вылупления зародыша сибирского хариуса среднего течения р. Енисея в условиях ВРК за весь период исследования составила 4 суток при средней температуре воды 14,2 °С.

После вылупления тело свободного эмбриона (предличинки) практически выпрямлено, желточный мешок имел овальную форму, длина варьировала в пределах 10-14 мм, в среднем составляла $12,3 \pm 0,7$ мм, средняя масса равнялась 0,015 г, длина желточного мешка 2,5-4,0 мм, высота 2,0-3,0 мм. Тело предличинки окаймляла плавниковая кайма.

Таблица 15 - Продолжительность вылупления зародыша сибирского хариуса в условиях ВРК, р. Енисей, Мана

Номер партии	Сроки вылупления	Количество суток	Средняя температура воды, °С
Енисей, 2010 г.			
1	24.06-01.07	8	10,2
2	29.06-05.07	7	10,4
3	01.07-06.07	6	10,3
Мана, 2011 г.			
1	10.06-13.06	4	17,7
2	14.06-16.06	3	18,2
Мана, 2012 г.			
1	03.06-04.06	2	15,9
Мана, 2014 г.			
1	30.05-03.06	5	8,7
2	06.06-08.06	3	9,5
3	10.06-11.06	2	12,8
4	14.06-16.06	3	15,0
5	15.06-16.06	2	15,8
6	16.06-18.06	3	16,6
7	18.06-19.06	2	16,6
8	18.06-19.06	2	16,6
9	21.06-22.06	2	18,2

Пигментация глаз и тела значительно усилилась. Пигментация также наблюдалась и на желточном мешке (рисунок 13). Вылупившиеся эмбрионы скапливались на дне аппарата Шустера в углах либо у его стенок. Они малоподвижны и способны отплывать только на небольшие расстояния, реакция на свет слабая.

Этапы развития сибирского хариуса р. Енисей, Мана в эмбриональный период, длительность и их наступление приведены в таблице 16 (Шадрин, Иванова, 2012; Соин, 1963). При сравнении длительности эмбрионального развития сибирского хариуса по годам выделялись следующие закономерности:



Рисунок 13 – Свободный эмбрион сибирского хариуса, р Мана, 2014 г.

1. Первые этапы развития эмбрионов наступали в первые сутки инкубации икры в пределах температур от 6,7 до 16,8 °С.

2. Наиболее длительным этапом развития отмечен 7-й этап – начало кровообращения и развития желточной дыхательной сосудистой системы. В среднем его продолжительность составила 6 суток.

3. Времени на период инкубации икры требуется тем больше, чем ниже температура воды. Так, длительность эмбрионального периода в исследуемые годы составила в среднем 23 суток при средней температуре воды 8,1 °С (р. Енисей, 2010 г.), около 18 суток при средней температуре воды 11,4 °С (р. Мана, 2012 г.), 16 суток при средней температуре воды 11,9 °С (р. Мана, 2014) и 9 суток при средней температуре воды 17,4 °С (р. Мана, 2011 г.). При выявлении зависимости длительности инкубации икры от температуры воды определен коэффициент корреляции (обратной), равный 0,98.

Однако, согласно литературным сведениям (Соин, 1963), времени для наступления этапов эмбрионального развития черного хариуса требовалось меньше при инкубировании икры в более холодной воде со средней температурой 7...8 °С. Возможно, это объясняется тем, что изучение эмбрионального периода развития черного хариуса происходило в лабораторных условиях, где соблюдались более постоянные температурные условия при инкубации икры.

Таблица 16. Этапы эмбрионального развития сибирского хариуса в различных условиях

Этап развития	С.Г. Соин (1963)	р. Енисей (2010 г.)		р. Мана (2011 г.)		р. Мана (2012 г.)		Р. Мана (2014 г.)	
	Наступление этапов								
	сутки при 7...8 °С	сутки	Тср., °С	сутки	Тср., °С	сутки	Тср., °С	сутки	Тср., °С
1-й. Оводнение полости между яйцевой оболочкой и яйцеклеткой, и образование бластодиска	1	1	6,7	1	16,8	1	8,0	1	10,3
2-й. Дробление бластодиска	1	1	6,7	1	16,8	1	8,0	1	10,3
3-й. Этап гастрюляции	2	2	7,0	2	17,5	3	7,9	3	10,0
4-й. Органогенез	3	6	7,4	3	17,3	4	9,7	5	10,9
5-й. Формирование головного мозга и завершение обрастания желтка бластодермой	5	8	7,4	4	16,7	4	9,7	6	11,5
6-й. Начало подвижного состояния зародыша	6	10	9,0	4,5	17,0	7	11,5	7	11,7
7-й. Начало кровообращения и развития желточной дыхательной сосудистой системы	9	13	7,8	5	17,3	8	9,4	11	13,2
8-й. Вылупление зародыша из оболочки	<u>14</u>	<u>21</u>	10,7	<u>8</u>	17,8	<u>16</u>	15,2	<u>15</u>	13,9
9-й. Начало дыхательной функции жаберного аппарата	20	23	10,8	9	17,9	18	16,8	16	15,4

5.1.2. Личиночный период

Личинки – начальная фаза постэмбрионального развития рыб. Личиночный период начинается с момента перехода молоди на активное питание внешней пищей. Фаза личинки длится от момента резорбции (окончание рассасывания желтка) до окончания метаморфоза (превращения), обычно совпадающего с появлением чешуй на боках тела и с принятием мальком облика, сходного с обликом взрослых особей (Иванов и др., 2010).

Личиночный период хариуса отмечался на 4-6-е сутки после вылупления при средней длине 15,0-16,0 мм и массе 0,03 г, при температуре воды от 8,9 до 18,0 °С. На этом этапе наблюдался переход личинки на экзогенное питание, резорбция желточного мешка составила 50-70 %. На нижней челюсти появились зубы, рот стал почти конечным. Плавниковая кайма практически полностью дифференцирована. Отмечены мезенхимные скопления в области закладки лучей в спинном и анальном плавниках, а в хвостовом плавнике появилось несколько мезенхимных лучей. Пигментация отмечена на головной, спинной, брюшной и хвостовой зонах личинки (рисунок 14). Большая часть личинок наплаву и становилась против течения.



Рисунок 14 – Личинки сибирского хариуса, 5 сутки подращивания, ВРК, р. Мана, 2012

На 10-е сутки (2011, 2014 г.), 6-8-е (2010 г.) и 5-е сутки (2012 г.) отмечались зачатки брюшных плавников, при этом плавниковая кайма полностью

дифференцирована. В хвостовом плавнике конец хорды поднят вверх. В кишечнике виден корм, желточный мешок практически полностью рассосался (рисунок 15). Длина личинки в среднем оставляла 17 мм.

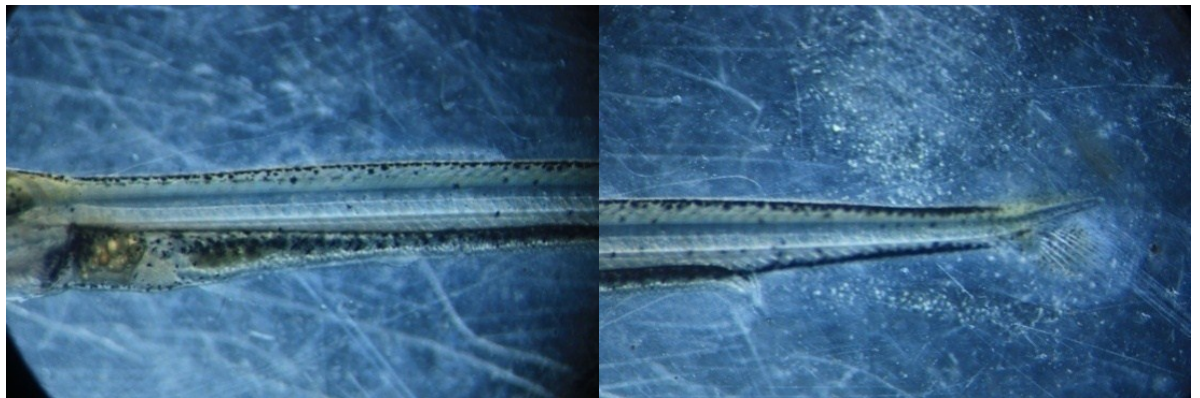
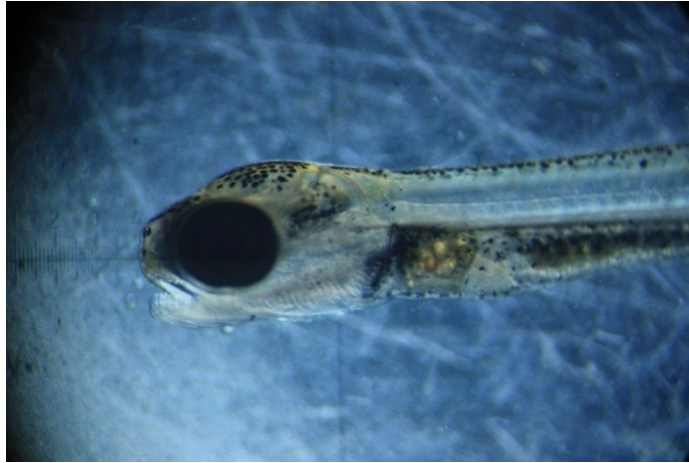


Рисунок 15 - Личинка сибирского хариуса, 8-е сутки подращивания в условиях ВРК, р. Енисей, 2010 г.

По мере развития личинок плавниковая складка сокращалась, самая ее широкая часть сохранилась в брюшном отделе. На 6-е (2012 г.) и 12-18-е сутки (2010, 2011, 2014 гг.) развития спинной и анальный плавники наполовину заполнены лучами. Полностью заполненный лучами хвостовой плавник постепенно становился выемчатым. В брюшной части отмечалось «серебрение» (рисунок 16). Длина личинок на этой стадии в среднем составляла 19 мм.



Рисунок 16 – Личинка сибирского хариуса, 18-е сутки подращивания, ВРК, р. Енисей, 2010 г.

На 11-е (2012 г.), 17-26-е (2010, 2011, 2014 гг.) сутки подращивания спинной плавник у личинок весь по высоте был заполнен лучами. Форма хвостового плавника постепенно изменялась, край его становился выемчатым. Брюшные плавники начинали выходить за пределы преанальной складки (рисунок 17). Средняя длина личинок равнялась 22 мм.

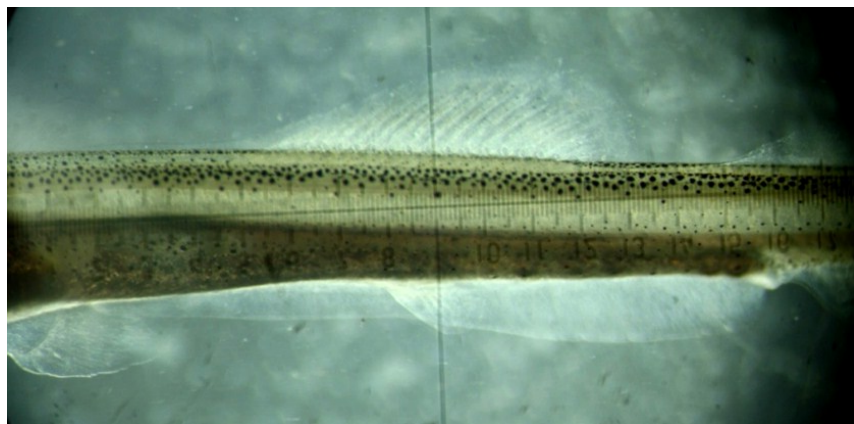


Рисунок 17 – Выход брюшных плавников за пределы преанальной складки у молоди сибирского хариуса, р. Енисей, 17-е сутки подращивания, длина 19,9 мм

Подращивание молоди в р. Енисей длилось до 28 июля 2010 г. (29 суток). Преанальная складка сохранилась в брюшной части. Хвостовой плавник стал выемчатым. Отмечалась пигментация на голове, в спинной и хвостовой частях. В брюшной части тела отмечалось серебрение. Средняя длина личинок составила

22 мм. Согласно методическим рекомендациям (Коблицкая, 1981), личинка находилась на стадии F «III период – поздние личинки, ранние мальки».

Подращивание молоди в р. Мана в 2011 г. проводилось до 28 июня. На этот момент личинка хариуса в возрасте 18 суток имела следующие характеристики: брюшные плавники выходили за края преанальной складки, которая сохранилась только в брюшной части тела; хвостовой плавник стал выемчатый; лучи развиты во всех плавниках; средняя длина равна 22 мм (рисунок 18), следовательно, личинка находилась на стадии F «III период – поздние личинки, ранние мальки» (Коблицкая, 1981).



Рисунок 18 – Молодь сибирского хариуса, р. Мана, 18-е сутки подращивания, ВРК, 2011 г.

Наблюдения за подращиванием молоди в 2012 г. проводили в течение 33 суток. На момент завершения подращивания молодь хариуса имела следующие характеристики: лучи во всех плавниках были развиты, брюшные плавники полностью выходили за края плавниковой каймы; остатки плавниковой каймы

отмечались только у анального выхода; хвостовой плавник выемчатый; окрас тела рыбы полностью серебристый; максимальная длина достигала 40 мм, средняя составляла 32 мм (рисунок 19). Молодь приобрела очертания взрослой особи и находилась на этапе развития «IV период – мальки, сеголетки» (Коблицкая, 1981).



Рисунок 19 – Молодь сибирского хариуса, р. Мана, 33 сутки подращивания, ВРК, 2012 г.

Подращивание молоди хариуса в 2014 г. в р. Мана продолжалось 46 суток, однако первые партии были выпущены на 27-36-е сутки. На 20-26-е сутки подращивания молодь хариуса имела ту же стадию развития, что и молодь при выпуске в 2012 г. на 33-и сутки подращивания: лучи во всех плавниках были развиты, брюшные плавники полностью выходили за края плавниковой каймы; остатки плавниковой каймы отмечались только у анального выхода; хвостовой плавник выемчатый; окрас тела рыбы полностью серебристый; средняя длина рыбы равнялась 25 мм. Количество позвонков у молоди средней длиной $26,3 \pm 1,1$ мм в среднем составило 54 шт., в пределах 52-57 шт. Количество лучей в спинном плавнике равно 20-21 шт., анальном – 11-12 шт. Молодь приобрела очертания взрослой особи. На 30-е сутки подращивания мальки хариуса достигали максимальной длины 40 мм, в среднем 34 мм, на боках отмечались поперечные темные полосы (рисунок 20). Согласно методическим рекомендациям

(Коблицкая, 1981) молодь, находилась на этапе развития «IV период – мальки, сеголетки».



Рисунок 20 – Молодь сибирского хариуса, 30-е сутки подращивания, ВРК, р. Мана, 2014 г.

В исследуемые годы переход от личиночного периода (III) к мальковому (IV) у хариуса регистрировался при средней длине тела 25-30 мм, массе 170-200 мг.

Согласно литературным сведениям, описание личиночного развития хариуса либо завершается этапом перехода личинки на внешнее питание (Зайцев, 1985; Соин, 1963), либо дается на примере черного байкальского хариуса, которое изначально в общих чертах было выполнено К.И. Мишариным (1942). Значительных отличий при сравнении полученных результатов с имеющимися литературными данными в описании личиночного периода хариуса не выявлено.

5.2 Технология работ по воспроизводству хариуса

5.2.1 Выдерживание производителей

Вылов производителей хариуса в р. Енисей в исследуемые годы начинался в весенний период. В 2010 и 2014 гг. вылов производителей приходился на конец апреля - начало мая, в 2011-2012 гг. с конца мая до начала июня.

После вылова производителей хариуса доставляли либо непосредственно на комплекс, либо выдерживали в садках, установленных на р. Енисей или в устье р. Мана. Плотность посадки при выдерживании хариусов в бассейнах ИЦА-2 не превышала 3 кг/м^2 . Плотность посадки при выдерживании в садках $7-10 \text{ кг/м}^2$.

Во время выдерживания производителей бассейны ИЦА-2 сверху накрывали синтетическим материалом с целью снижения внешних раздражающих воздействий и выпрыгивания рыбы из бассейна. В бассейнах создавались условия аэрации воды для поддержания уровня кислорода не ниже 7 мг/л и проточности (не менее 10 л/мин).

Просмотр (переборку) производителей в бассейнах и садках проводили не чаще 1 раза в 2-3 дня при благоприятных температурных условиях (не ниже 8°C). После проведения переборок более двух раз качество отобранных половых продуктов у производителей снижалось.

Во время выдерживания производителей хариуса в бассейнах ИЦА-2 наблюдали за их поведением. В результате проведения пересмотра рыбы выясняли готовность к отдаче половых продуктов.

Река Енисей. В 2010-2012, 2014 гг. наблюдали за температурным режимом во время отлова и выдерживания производителей хариуса.

В 2010 г. отлов производителей хариуса в р. Енисей начался с 17 мая при средней температуре воды $5,6 \pm 0,3^\circ\text{C}$. Хариуса выдерживали в бассейнах ИЦА-2 в течение 30 суток при средней температуре воды $5,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$ в пределах $3,4-8,7^\circ\text{C}$.

За этот период выделялись единичный и массовый нересты хариуса. Так, единичный нерест производителей отмечен с 22 мая, при средней температуре воды – $4,1 \dots 5,3^\circ\text{C}$. Массовый отбор икры произведен 04, 05, 10, 15 и 16 июня при температуре воды $5,8$; $6,0$; $7,6$; $8,7$ и $8,1^\circ\text{C}$ соответственно.

Зарегистрировано, что на начальных сроках выдерживания сбор икры осуществлялся у самок средней массой 250 г , в конце отдавали икру самки более мелких навесок – 230 г . Однако в количественном отношении производителей, готовых к отдаче икры на конец сроков выдерживания приходилось больше.

Производителей хариуса вылавливали в р. Енисей в 2011 г. на участке, расположенном выше по течению г. Красноярска с конца мая. Хариусов выдерживали в садках, установленных на реке в черте г. Красноярска (у левого и правого берегов) не более 14 суток при средних температурах воды 7,0 °С и 9,3 °С. Отбор половых продуктов осуществляли на берегу, рядом с садками. После сбора оплодотворенную икру, доставляли на ВРК, установленный на р. Мана.

Первое массовое получение половых продуктов от текущих, находящихся на пятой стадии зрелости производителей состоялось 03 июня 2011 г. при средней температуре воды 9,2 °С. Следующий отбор икры проведен 07 июня 2011 при 7,0 °С.

В 2012 г. период массового вылова рыбы приходился на первую половину мая. Производителей выдерживали при средней температуре воды 6,5 °С.

В 2014 г. вылов производителей хариуса начался в конце мая при температуре воды 6,8 °С. Рыбу выдерживали в садках, затем транспортировали на ВРК, установленный на р. Мана. Единичное созревание половых продуктов у производителей хариуса в садках отмечено при средней температуре воды 8,0 °С. Массовое созревание хариуса из числа привезенных при выдерживании в бассейнах ИЦА-2 в условиях ВРК приходилось на начало июня. Первая партия сбора икры у самок проводилась на 3-4-е сутки выдерживания, при средней температуре воды – 8,9...9,9 °С. У оставшейся части привезенной рыбы отбор половых продуктов состоялся на 8-е сутки выдерживания.

В соответствии с температурными условиями р. Мана наибольшее количество самок (40 %) отдало икру при температуре воды 8,0...8,9 °С, меньшее число самок (31 и 29 %) при 9,0...9,9 и 12,0...12,9 °С соответственно.

В целом вылов производителей хариуса на р. Енисей во все исследуемые годы начинался практически одновременно – в конце мая и продолжался до середины июня. Следует отметить, что сроки сбора половых продуктов у производителей сибирского хариуса р. Енисей независимо от места выдерживания совпадали. Первые партии икры были собраны с 1 по 6 июня.

Завершение отбора половых продуктов, а соответственно и массового нереста хариуса приходилось на середину июня.

Река Мана. Вылов производителей из р. Мана (район устья) осуществлялся в весенний период 2014 г.

Основной период отлова производителей хариуса в районе устья р. Мана в 2014 г. приходился на конец апреля – начало мая. Температура воды во время захода рыбы из р. Енисей в р. Мана колебалась от 3,0...5,0 °С до 6,0...9,2 °С.

По мере вылова производителей выдерживали в садках и после сбора достаточного их количества партиями доставляли на ВРК (расстояние от первой точки лова и выдерживания до ВРК 100 км). Суммарный отход хариуса за время первичного выдерживания в садках и транспортировки до ВРК не превышал 3 %. Более 50% самок от общего числа выловленных, не были пригодны для рыбоводных работ.

Период выдерживания производителей хариуса в бассейнах ИЦА-2 составил более 30 суток (с 09 мая по 12 июня). Массовый отбор начался с 10 мая при температуре воды 9,5 °С.

Зарегистрировано, что часть популяции, находившаяся на выдерживании в бассейнах, отдавала половые продукты партиями через практически равные промежутки времени, в среднем каждые 5 дней. К концу сроков выдерживания сбор половых продуктов проводился у производителей с меньшей массой тела (209±15 г).

Для выдерживания производителей хариуса в условиях ВРК характерно следующее:

1. В первой половине срока выдерживания (1-15-е сутки) отдали половые продукты до 10 % особей;
2. В конце периода выдерживания на 21-25-е сутки отдало половые продукты 23% производителей, на 26-30-е сутки - 21%, 31-35-е сутки – 15 %.

В ходе выдерживания производителей хариуса в условиях ВРК был выделен диапазон температур, при котором отмечался массовый нерест хариуса (рисунок

21). Отмечено наибольшее число самок (более 50 %), отдавших икру при температуре воды 9,0...9,9 °С. При повышении температуры воды до 10,9 °С количество самок снизилось до 8 %.

Оптимальными температурами воды для нереста хариуса в условиях ВРК на р. Мана является диапазон 8,0...9,9 °С. Стоит отметить, что увеличение числа овулировавших самок хариуса соответствует температурам воды, которые идут на повышение (от 8,0 до 9,9 °С).

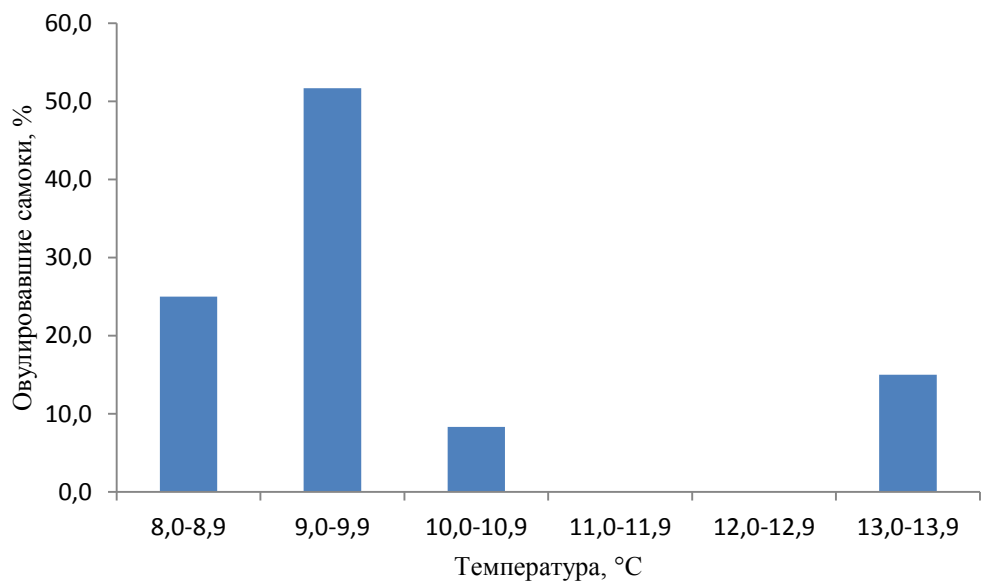


Рисунок 21 – Процент самок, отдавших икру при разных температурных условиях, р. Мана, май, 2014 г.

5.2.2. Получение половых продуктов прижизненным способом

В современной рыбоводной практике применяется метод прижизненного получения половых продуктов. Для сохранения жизни используемых производителей и удобства работы используют различные анестезирующие вещества как синтетического, так и натурального происхождения (Рывлина, 1985; Микодина и др., 2004; Никоноров и др., 2005).

В эксперименте с гвоздичным маслом было использовано 15 производителей сибирского хариуса, выловленных в р. Енисее, средней массой: самок $260 \pm 0,3$, самцов $281 \pm 0,2$ г. Рыб помещали в воду с гвоздичным маслом различной концентрации, температура воды составляла $5,7$ °С, содержание кислорода $11,2$ мг/л.

В ходе эксперимента выделялись две условные фазы: *a* – легкое снижение чувствительности и *б* – (полная потеря равновесия, засыпание).

При использовании концентрации гвоздичного масла $0,01$ мл/л за период 2 - 5 мин. регистрировалось легкое снижение чувствительности (фаза *a*): медленные наклоны тела в стороны, спинной плавник заваливался набок, оборонительные рефлексы сохранялись. Дальнейшее нахождение рыбы в воде с указанной концентрацией масла (независимо от пола и массы) не приводило к следующей фазе анестезии – *б*.

Для достижения рыбами полного снижения чувствительности (фазы *б*) была увеличена концентрация гвоздичного масла до $0,02$ мл/л. Самцы достигали фазы *a* на 2-ой минуте (2,5 мин), фазы *б* – на 4 мин 30 с. Интервал между фазами *a* и *б* составлял в среднем 2 мин 20 с. Данный период характеризовался потерей рыбой равновесия, заглатыванием кислорода, после «вздрагивания» жаберных крышек наступала следующая стадия (рисунок 22).



Рисунок 22 – Производители хариуса во время проведения экспериментов с гвоздичным маслом, фаза (*б*) потеря равновесия, засыпание

Аналогично самцам, фаза легкого снижения чувствительности у самок хариуса наступала в среднем на 2-ой минуте и длилась около 2 мин 20 с. Фаза полного снижения чувствительности (*б*) и переворачивания рыбы вверх брюшком колебалась в интервале 4 мин – 4 мин 40 с.

После возвращения рыбы в бассейн с чистой аэрируемой водой происходило восстановление физиологического состояния до нормального за относительно равный промежуток времени (8-10 мин).

При отборе половых продуктов у производителей нахождение рыбы в воде с гвоздичным маслом не превышало 15 мин.

Технология сбора половых продуктов производителей хариуса. Основываясь на проведенных исследованиях (Микодина и др., 2010) на различных видах рыб, использован анестетик гвоздичное масло. Анестетик концентрацией 0,02 мг/л растворяли в небольшом количестве воды, далее вводили в емкость с большим количеством воды и все тщательно перемешивали. Можно использовать ванны объемом 40-50 л. В полученный раствор помещали созревших производителей хариуса, отдельно самок и самцов. За время отбора половых продуктов производители могут безопасно находиться в ванне с гвоздичным маслом около 15 мин. Дополнительно в ванну с раствором гвоздичного масла можно установить аэратор. Обычно сбор половых продуктов осуществлялся в несколько подходов (партиями), поэтому количество производителей в среднем не превышало 20 особей за один подход.

Все рыбоводные работы следует проводить под навесом или в затемненных условиях, избегая прямого освещения.

После того как на производителей подействовала анестезия, их доставали из воды и по мере необходимости взвешивали. Обязательным условием является обсушивание брюшка и плавников (анальный, грудные, хвостовой) тканью. Для удобного и менее травматичного сбора половых продуктов тело производителей аккуратно обматывали тканью.

Отдельно отцеживали икру от самок и сперму от самцов. В небольшую емкость (эмалированный тазик), проводили сбор икры самок. Аккуратно, ровной струей, по краю анального плавника икра самостоятельно стекала по стенкам в таз. Известно, что у форели в зависимости от загрязнения икры содержимым лопнувших икринок может снижаться процент оплодотворения (Шиндавина и др. 2013).

Во время сбора икры в емкость не должны попадать вода, кровь и т.д. Объем отцеженной икры не должен превышать $1/3$ объема емкости тары.

Для сбора спермы от самцов использовали ложку. Примерное соотношение полов при использовании сцеженной спермы составляет 1:2 (самки:самцы).

После сбора сперму аккуратно добавляли к икре и пером в течение 0,5 мин перемешивали. Тазик с икрой накрывали чистым полотенцем и оставляли в покое на 2,5-3,0 мин. В это время икру 1-2 раза следует помешивать пером. Для активации сперматозоидов в емкость к икре со спермой добавляли воду в объеме 0,5 л при одновременном перемешивании пером. Затем оставляли в покое на 2-3 мин, при этом 1-2 раза аккуратно перемешивали.

Далее икру обесклеивали: добавляли чистую воду по краю чаши, практически до краев, при этом аккуратно и небыстро икру помешивали пером (движения снизу вверх), после чего воду сразу сливали. Подобные действия повторяли до тех пор, пока вода в тазике с икрой не становилась чистой и прозрачной, и икра переставала прилипать к стенкам тазика. Как только икра переставала прилипать к стенкам тазика (при обесклеивании в течение 20 мин) ее оставляли в тазах для набухания не менее чем на 2 ч, накрыв таз чистой сухой тканью, и каждые 30 мин проводили смену воды на свежую.

Транспортировка. После набухания икры не менее чем 2 - 4 ч её можно перевозить. Однако не все стадии развития икры пригодны для перевозки. Перевозку икру не следует осуществлять при следующих стадиях развития: в момент гастрюляции, на начале формирования зародыша, замыкания бластопора (Соин, 1963).

Для транспортировки икры существуют специальные контейнеры, термостатические ящики, полиэтиленовые мешки. Перед закладкой для транспортировки в ящиках икру необходимо разложить на рамки на увлажненную марлю, обработанную в растворе метиленового синего. После укладки на рамки икру обязательно проливают свежей водой. Для соблюдения температурного режима внутри ящика после установки всех рамок с икрой дополнительно закладывают лёд на пустую рамку, после чего ящик плотно закрывают крышкой. В таком состоянии икра может храниться несколько суток при условии ее пролива (купания) свежей чистой водой температурой, соответствующей температуре внутри ящика, не менее чем 2-3 раза в сутки.

После завершения транспортировки икры и перед закладкой ее на инкубацию температурный режим также необходимо постепенно выравнивать, поднимая температуру на 1 °С каждые 1-2 ч в зависимости от разницы. Закладка икры на инкубацию возможна только после выравнивания температурного режима. В иных случаях, если разница температур больше, чем на 2 °С, гибель икры может достигать 100 % (даже при условии успешной транспортировки).

Альтернативой перевозки икры в изотермических контейнерах на небольшие расстояния может быть ее транспортировка в полиэтиленовых пакетах. В пакеты заливают воду, на 1/4 объема закладывают икру и закачивают кислород. Затем пакеты плотно завязывают, пакуют в плотные мешки во избежание порыва. При перевозке мешки с икрой не должны подвергаться перегреву или переохлаждению. После завершения транспортировки температурный режим также необходимо выравнивать.

5.3 Инкубация икры хариуса

Перед закладкой в аппараты производили подсчет икры объемным или весовым способами. Подсчет весовым способом считается более точным. Для этого взвешивали навеску икры примерно 1-3 г и в ней пересчитывали количество икры. Отдельно взвешивали пустую кружку (с перфорированным дном). Далее её

заполняли икрой, при этом желательнее кружку немного опустить в воду, чтобы предохранить икру от механических повреждений. После чего удалялись излишки воды из кружки, для этого можно аккуратно хлопнуть рукой по дну и стенкам кружки. Только после этого кружку, заполненную икрой, взвешивали. Исходя из пересчитанной навески вычисляли количество икры (шт.) в кружке (при этом важно вычесть массу пустой кружки).

Закладка в 1 ящик аппарата конструкции Шустера не превышала 30-35 тыс. шт. икры. Проточность воды в аппаратах устанавливали на уровне 6 л/с.

В качестве эксперимента часть икры хариуса на инкубацию была помещена в аппараты Вейса, поскольку в литературе встречается опыт применения этих аппаратов для инкубирования хариусовой икры (Зайцев, 1986; Инструкция..., 1985). В результате в течение нескольких дней наблюдалась массовая гибель икры. Условия, необходимые для процесса инкубации икры в таком типе устройств, не выдерживались. Это было связано с отсутствием постоянного напряжения тока и напора воды в ВРК. Поэтому икра на инкубацию закладывалась в аппараты конструкции Шустера.

Инкубационным аппаратам присваивался номер, а в журнале отмечали дату закладки, количество заложенной на инкубацию икры, количество и среднюю массу использованных производителей.

Необходимо после закладки икры в аппараты на стадии дробления бластомер (32-64) подсчитать процент оплодотворенной икры. Для этого брали пробу икры (100-200 шт.) и определяли количество развивающихся и мертвых икринок.

В период инкубации ежедневно проводили контроль за развитием, отбор мертвой икры (вручную) и подсчет отхода.

На протяжении всего цикла рыбоводных мероприятий не менее 8 раз в сутки контролировали температурные и кислородные условия воды.

5.3.1 Температурные режимы р. Енисей, Мана

В 2010 г. отбор первых партий половых продуктов у производителей хариуса приходился на начало июня. Массово половые продукты отобраны в несколько партий: 4, 10, 15 июня 2010 г.

Температурные условия воды р. Енисей за период инкубации икры изменялись в пределах 5,5...11,4 °С, в среднем составляя $7,8 \pm 0,3$ °С (рисунок 23).

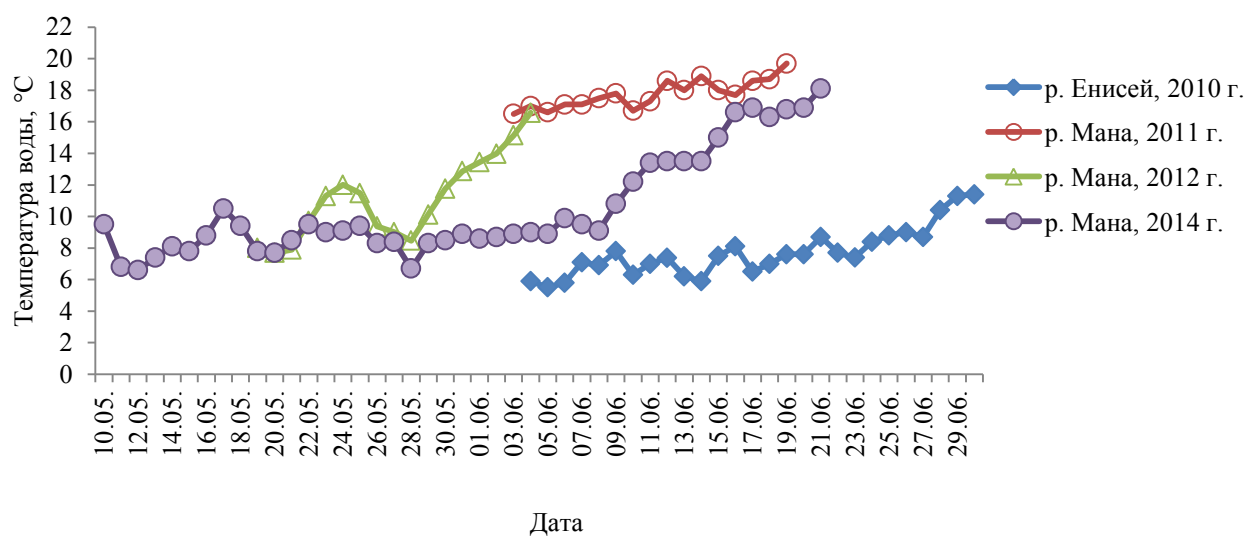


Рисунок 23 – Температура воды в период инкубации икры сибирского хариуса на р. Енисей, Мана в разные годы.

Сроки сбора половых продуктов на р. Мана в 2011 г. практически совпали с предыдущим годом (р. Енисей, 2010 г.) проведения рыбоводных мероприятий – 3 - 4, 7, 15 июня 2011 г. поскольку использовались производители, отловленные в р. Енисей. Однако средняя температура воды р. Мана при инкубации икры была выше по сравнению с р. Енисей. Так, например, закладка икры хариуса на инкубацию 15.июня 2011 г. (р. Мана) происходила при средней температуре воды – 18 °С, в то время как в 2010 г. на р. Енисей в этот же день она проводилась при 7,5 °С. Также следует отметить, что в июне 2011 г. на протяжении всего периода инкубации наблюдались высокие температуры воды р. Мана. Так, средние температуры воды р. Мана в 2011 г. за весь период инкубации икры варьировали в пределах 16,5...19,7 °С (Иванова, 2011), в среднем составляя $17,8 \pm 0,2$ °С (см. рисунок 24).

В 2012 г. работы по воспроизводству сибирского хариуса начались 19 мая (рисунок 24). В среднем, температура воды на момент закладки икры в инкубационные аппараты составляла 7,1 °С. Средняя температура воды р. Мана в период инкубации икры варьировала в пределах 7,7...15,6 °С. Максимальная температура воды была зарегистрирована 19 июня 2012 г. и достигала 19,7 °С.

Средняя температура воды р. Мана во время инкубации икры в 2014 г. составляла $10,5 \pm 0,5$ °С, при этом температура воды варьировала в пределах 6,6...18,1 °С (рисунок 24).

Длительность развития икры за время инкубации в определенной степени зависела от температуры воды (таблица 17).

Таблица 17. Характеристика инкубационного периода икры сибирского хариуса, р. Енисей, Мана

Номер партии	Начало инкубации икры		Завершение инкубации икры		Длительность инкубации икры, сутки	Средняя температура воды за период инкубации, °С
	дата	температура воды, °С	Дата	температура воды, °С		
Енисей						
1	04.06.10	5,9	29.06.10	11,3	26	$7,6 \pm 0,3$
2	10.06.10	6,8	30.06.10	10,9	21	$8,0 \pm 0,3$
3	15.06.10	7,5	01.07.10	10,0	17	$8,8 \pm 0,4$
Мана						
1	03.06.11	16,5	10.06.11	16,7	8	$17,3 \pm 0,2$
2	07.06.11	17,2	14.06.11	18,9	8	$17,7 \pm 0,3$
3	15.06.11	18,0	19.06.11	19,7	5	$18,5 \pm 0,3$
1	19.05.12	8,3	04.06.12	15,2	16	$10,7 \pm 0,6$
1	10.05.14	9,5	01.06.14	8,6	23	$8,4 \pm 0,2$
2	17.05.14	10,5	07.06.14	9,5	22	$8,8 \pm 0,2$
3	22.05.14	9,5	10.06.14	12,2	20	$9,1 \pm 0,2$
4	31.05.14	10,5	14.06.14	13,5	15	$10,6 \pm 0,5$
5	05.06.14	8,9	15.06.14	15,0	11	$11,8 \pm 0,7$
6	06.06.14	9,9	16.06.14	16,6	11	$12,5 \pm 0,7$
7	07.06.14	9,5	18.06.14	16,3	12	$13,4 \pm 0,8$
8	10.06.14	12,2	18.06.14	16,3	9	$14,5 \pm 0,6$
9	12.06.14	13,5	21.06.14	18,1	10	$15,7 \pm 0,5$

Икра, заложенная на инкубацию в воду р. Енисей 4 июня 2010 г. развивалась в течение 26 суток при средней температуре воды 7,6 °С. При закладке икры в более поздние сроки (15 июня 2010 г.) длительность развития эмбриона составила 17 суток при средней температуре воды 8,8 °С (Заделенов и др., 2010 а). При проведении инкубации в более теплых водах р. Мана максимальное количество времени на развитие потребовалось партии, заложенной 10 мая 2014 г. – 23 суток при температуре воды 8,3 °С, наименьшее – 8 суток икре, заложенной на инкубацию 3-7 июня 2011 г. при температуре воды 17,3...17,7 °С (Иванова, 2012 а).

При инкубации икры в более теплых водах (р. Мана) были выявлены пороговые температуры, при которых развития эмбрионов хариуса не происходило. Так, при закладке икры в воду температурой 18 °С и выше наблюдался массовый отход в течение 5 суток, который, в конечном счете, составил 100 % (Шадрин, Иванова, 2012) (см. таблица 17). По литературным сведениям, у хариуса европейского *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) 100 % смертность икры при инкубации наступает при температуре воды 16 °С и выше (Jungwirth , 1984) . Однако при инкубировании байкальского черного хариуса в чашках Петри (Тугарина, 1981) отмечено, что при температуре 18...20 °С развитие протекает нормально, вылупление эмбрионов происходит на 13-е сутки.

Зарегистрировано, что ложное развитие икры при инкубации может протекать в течение 10 суток. Такое явление наблюдалось во все годы проведения работ.

Таким образом, за весь период исследований выявлено, что температурный диапазон при инкубации икры сибирского хариуса достаточно широк и лежит в пределах средних температур от 8 до 13 °С. При этом, как и для других видов, отмечается ускорение развития эмбрионов при повышении температуры инкубации. Например, при работах в условиях р. Енисей при средней температуре воды $8,2 \pm 0,2$ °С на инкубацию потребуется 21 ± 3 суток, в условиях р. Мана при $13,0 \pm 0,9$ °С инкубация икры протекает в течение 13 суток.

Наиболее наглядно зависимость времени, затраченного на инкубацию икры, от средней температуры воды можно описать экспоненциальной функцией уравнением вида: $y = 22,17e^{-0,04x}$ с уровнем детерминации $R^2 = 0,907$ (рисунок 24). Рассчитанный коэффициент обратной корреляции, равный 0,93, подтверждает, что чем выше температурный показатель воды во время инкубирования икры, тем сроки проведения инкубации меньше.

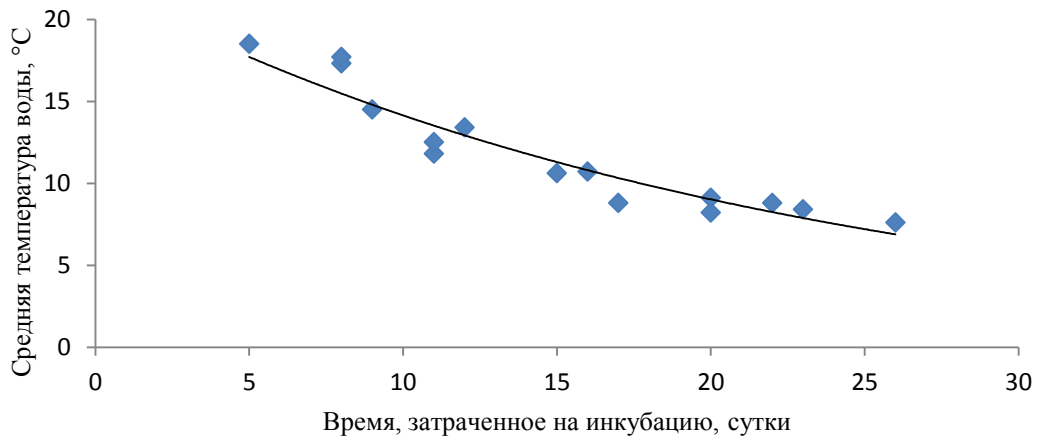


Рисунок 24 – Длительность инкубации икры сибирского хариуса (сутки) в водах р. Енисей, Мана, 2010-2012, 2014 гг.

Среднее количество суммы тепла, необходимого для развития икры хариуса среднего течения р. Енисей, составляет 167 градусодней, при этом максимальные значения достигают 196, минимальные – 129 градусодней. Следует отметить, что икре, полученной от производителей хариуса р. Енисей в 2014 г. 5, 6 и 10 июня 2014 г. на инкубацию потребовалось меньшее количество градусодней 129, 130 и 137 соответственно. Это можно объяснить более стабильным температурным режимом во время проведения инкубации, а также влиянием каких-либо других факторов.

Согласно данным В.А Заделенова (2005), начало нереста хариуса р. Чапы (бассейн Подкаменной Тунгуски) происходило при температуре воды 3,4 °C, в среднем за период отбора икры она составляла 5,5 °C. В наших исследованиях при отборе половых продуктов у хариуса в р. Енисей самая низкая температура воды была 5,9 °C (в среднем 6,7 °C). Таким образом, можно предположить, что

популяционной отличительной чертой хариуса является начало нереста, которое приходится на разные температуры воды у различных популяций.

5.4 Подращивание молоди хариуса

Молодь хариуса подращивали в летний период на р. Енисей (2010 г.) и Мана (2011, 2012, 2014 гг.) в условиях ВРК. За этот период велись наблюдения за температурными условиями и кислородным режимом воды. Уровень концентрации растворенного кислорода за все исследуемые годы не опускался ниже 7,0 мг/л, максимально зарегистрированный уровень – 14,2 мг/л.

В 2010 г. подращивание молоди хариуса в условиях ВРК проводилось 29 суток (с 30 июня по 28 июля) средняя температура воды за период составила $11,3 \pm 0,2$ °С (рисунок 25). В результате сбросов воды Красноярской ГЭС температура воды в течение нескольких суток могла значительно варьировать. Минимальная температура воды за этот период достигала 10,0 °С, максимальная не превышала 13,3 °С.

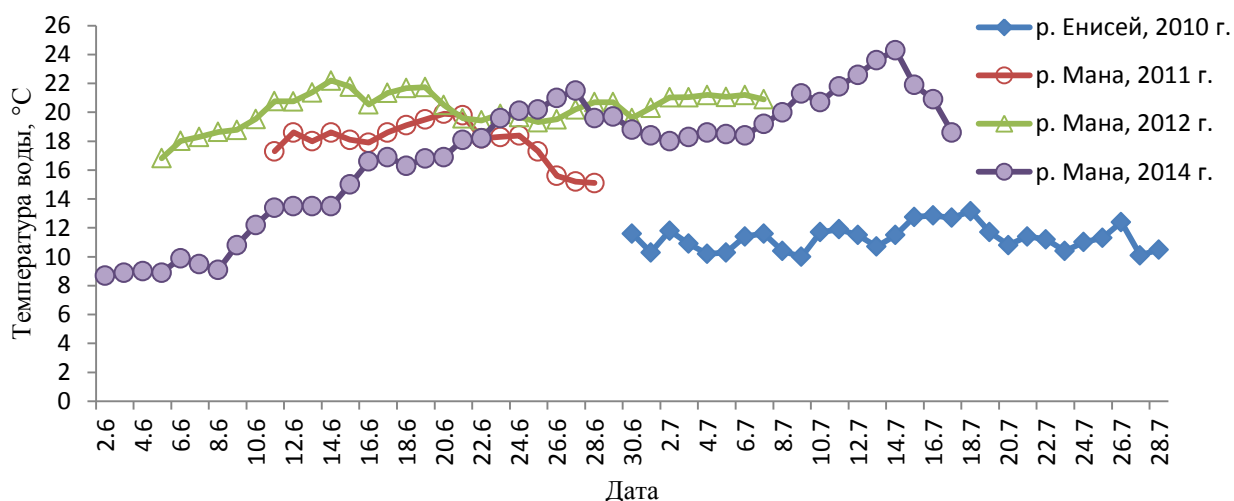


Рисунок 25 – Температурные условия р. Енисей при подращивании молоди хариуса, июнь-июль 2010 г.

Наименьшее количество времени подращивания молоди за весь период исследований затрачено в 2011 г. – 18 суток (с 11 по 28 июня) (см. рисунок 25)

при средней температуре воды $18,0 \pm 0,3$ °С. Максимальная температура воды была отмечена 28 июня, она достигала $19,9$ °С, минимальная (в последние сутки подращивания) – $15,1$ °С. Постепенное снижение температуры воды с $19,9$ °С наблюдалось с 21 июня. Наиболее резкое понижение температуры воды зарегистрировано в ночь с 25 на 26 июня.

Подращивание молоди в 2012 г. в условиях ВРК на р. Мана длилось 33 суток с 05 июня по 07 июля 2012 г (см. рисунок 25). Средняя температура воды за это время составила $20,2 \pm 0,2$ °С, максимальная температура воды зарегистрирована 14 июня – $22,2$ °С, минимальная отмечена в первые сутки подращивания ($16,8$ °С). Резких температурных скачков зарегистрировано не было.

Период подращивания молоди хариуса в 2014 г. длился наибольшее количество времени – 46 суток (см. рисунок 25). Однако, поскольку сбор икры проводился в различное время, наибольшее количество времени, затраченное на подращивание молоди, составило 35 суток. В среднем температура воды в период подращивания составила $17,0 \pm 0,7$ °С. Наблюдался постепенный рост температуры воды с минимальной в начале периода ($8,7$ °С) до максимальной в завершении ($24,3$ °С). Выделены 2 пика максимальных температур воды: 27 июня – $21,5$ °С и 14 июля – $24,3$ °С.

5.4.1 Рост и кормление молоди.

Хариус является нетипичным видом для рыбоводства в России, поэтому специализированная рецептура кормов для этого вида не разработана. Более подходящими в этом случае становятся корма для лососевых рыб. Однако их использование не может гарантировать должный эффект.

В 2010-2012 гг. кормление молоди производилось стартовыми кормами датского производства Aller Aqua (Aller future и Aller future larvae), в 2014 г. – стартовыми кормами фирмы BioMar (Ларвива Провин, Иницио Плюс Джи), предназначенными для форели.

Кормление молоди хариуса при подращивании в условиях ВРК начиналось с момента рассасывания желточного мешка на 50 % и более. Период перехода личинок с эндогенного на экзогенное питание считается критическим из-за незрелости пищеварительной системы (Остроумова, 2005). Поэтому в первые сутки кормления корм рассыпали на поверхности или выливали в толщу воды (разведенная артемия) для постепенного привыкания. После рассасывания желточного мешка частота раздачи корма составляла не менее 12-14 раз в сутки. Поскольку на начальном этапе кормления у молоди отмечалась пониженная пищевая реакция, суточная доза была рассчитана на частое кормление.

Кормление осуществляли согласно рекомендациям производителя, руководствуясь таблицами суточных рационов. Суточную дозу корма ежедневно корректировали по поедаемости, в зависимости от температурных условий и общего состояния молоди. Соблюдение режима кормления являлось обязательным условием, так как кормили молодь вручную.

На первых этапах кормления применялся корм крупкой 0,1-0,2 мм (Aller Aqua, BioMar). Однако в результате наблюдений было установлено, что эта линейка крупок для кормления предличинки и личинки хариуса является мелкой. После заглатывания корм выплевывался обратно или проходил через жабры. В связи с этим мы считаем, что использовать столь мелкие размеры корма при подращивании молоди хариуса нецелесообразно. Следует начинать кормление с крупок размером 0,3 мм.

Считается, что наиболее сбалансированными и полноценными кормами для молоди являются планктонные организмы, в частности *Artemia sp.*, применение их в качестве стартовых кормов способствует нормальному развитию пищеварительной и иммунной систем (Щербин, 2006). Согласно исследованиям, оптимальное суточное потребление планктонных организмов при температуре 14...16 °С колеблется от 15 до 25 % массы молоди, кормовой коэффициент составляет 3-5 единиц (Тугарина, Ходарева 1963). Поэтому на первых этапах кормления в рацион молоди добавляли артемию.

В зависимости от роста (навески) молоди размер крупки корма изменялись (таблица 18). Переход на следующую крупку проводили постепенно, на большей навеске молоди. Это правило работает при использовании кормов фирмы BioMar, так как производитель разработал линейки кормов в соответствии с каждым размером в отдельности. Поэтому применение этих кормов при подращивании молоди хариуса становится предпочтительным.

Таблица 18 - Соответствие размеров крупки (мм) стартового корма Aller Aqua и BioMar массе молоди (г) хариуса, ВРК, р. Енисей, Мана, 2010-2012, 2014 гг.

Навеска молоди, г	Размер крупки, мм	
	Aller Aqua	BioMar
0,02-0,2	0,2-0,6	0,3
0,15 - 0,4	0,5-1,0	0,4
0,4 и более	0,9-1,6	0,6 и более

В результате использования кормов были вычислены кормовые коэффициенты или истинные затраты (таблица 19). В зависимости от плотности посадки затраты корма изменялись.

Таблица 19 - Затраты корма (Aller future, Биомар) при подращивании сибирского хариуса, р. Енисей, Мана, 2010-2012, 2014 гг.

Период подращивания, сутки	Затраты корма		
	Aller Aqua	BioMar	
	Плотность посадки, 1250 экз./м ²	Плотность посадки, 3125 экз./м ²	Плотность посадки, 8750 экз./м ²
14-19	5,4	0,6	0,8
20-24	5,0	0,4	0,9
25-30	2,5	0,3	0,8
В среднем за период	3,3	0,3	0,5

При плотности посадки 1250 экз/м² затраты корма Aller Aqua были значительно выше на всех этапах подращивания. При использовании кормов

ВіоМаг отмечено следующее: при плотности посадки 3125 экз/м² на начальных этапах кормления кормовой коэффициент был выше, к 30 суткам подращивания он снизился 2 раза; наибольший кормовой коэффициент (0,8-0,9) зарегистрирован у молоди, подращиваемой при самых высоких плотностях посадки (8750 экз/м²). На всем протяжении периода подращивания коэффициент варьировал незначительно. В результате установлено, что в целом за опыт кормовой коэффициент кормов фирмы ВіоМаг значительно отличался от кормов фирмы Aller Aqua и составил 0,3-0,5.

Для характеристики интенсивности роста были подсчитаны показатели абсолютного и относительного приростов. Так, абсолютный прирост хариуса подращиваемого на кормах Aller Aqua, составил в среднем за период 30 суток - 180±50 мг, относительный прирост 160 %. Абсолютный прирост хариуса при кормлении кормами фирмы ВіоМаг за период 30 суток в среднем составил 270±70 мг, относительный прирост в среднем равен 170 %. В целом, относительный прирост молоди хариуса за 30 суток достигал 170 %, однако абсолютный может отличаться практически на 100 мг в зависимости от используемых кормов. В наших условиях целесообразным становится использование кормов фирмы ВіоМаг.

За время подращивания молоди хариуса в условиях ВРК были получены средние величины роста (таблица 20).

Таблица 20 - Средние длины молоди сибирского хариуса при подращивании в ВРК, среднее течение р. Енисей, р. Мана, 2010-2012, 2014 гг.

Сутки подращивания	Средняя длина, мм			
	Р. Енисей, 2010 г.	Р. Мана, 2011 г.	Р. Мана, 2012 г.	Р. Мана, 2014 г.
5	15,4	15,3	18,1	14,9
10	16,7	17,7	21,5	17,2
15	17,7	20,2	24,2	19,1
20	19,1	22,5	24,8	23,2
25	22,5	-	28,0	27,6
30	-	-	32,3	33,8
35	-	-	-	35,0

При подращивании в водах при средней температуре воды 11,3 °С (р. Енисей, 2010 г.) средняя длина составила 22,5 мм на 25-е сутки подращивания, эта же величина была достигнута молодью при 18 °С на 20-е сутки подращивания (р. Мана, 2011 г.). При подращивании в 2012 г. при средней температуре воды 20,2 °С рост молоди на 25 сутки составил 28 мм. Наибольшие величины длины были достигнуты при средней температуре воды за период 17 °С (р. Мана, 2014 г.): на 30 – сутки развития средняя длина составила 33,8 мм.

Связь средней длины молоди со временем её подращивания аппроксимирована линейным уравнением: $y = 0,661x + 11,19$ с высоким уровнем коэффициента детерминации ($R^2=0,96$), что подтверждается величиной коэффициента корреляции на уровне 0,98. Величина коэффициента корреляции в паре признаков *масса тела - длительность подращивания* показывает на высокий уровень связи, который находится на уровне 0,96. Эта связь также хорошо описывается степенным уравнением вида $y = 0,002x^{1,286}$ ($R^2=0,91$) (рисунок 26).

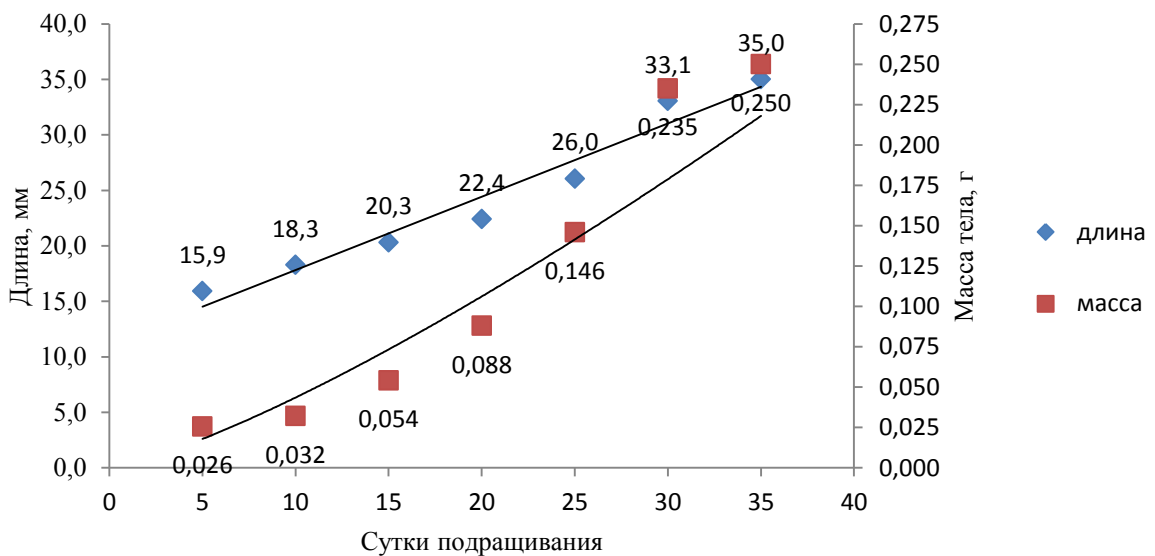


Рисунок 26 – Динамика линейного (мм) и весового (г) роста молоди сибирского хариуса при подращивании в условиях ВРК, р. Енисей, Мана, 2010-2012, 2014 гг.

При выявлении зависимости между признаками, в паре *средняя длина - масса тела* величина коэффициента корреляции составила 0,99.

5.4.2 Проведение профилактических мероприятий

Использование ультрафиолетовых установок «AquaPro» в условиях ВРК позволило снизить содержание бактерий и грибов в воде. Однако, поскольку вода поступала напрямую из водного объекта, полностью обеззаразить ее невозможно. Для этого в качестве профилактических мероприятий применяли антибиотик, пробиотики, ванны с солью, с малахитовой зеленью, метиленовым синим, водный раствор формальдегида.

Профилактическая обработка икры. Перед или после закладки икры в аппараты возможно проведение ее обработки метиленовым синим. Так же, если во время инкубации икра становилась сильно заиленной или покрывалась шапкой из сапролегния, то проводили следующие мероприятия:

- ванны с малахитовой зеленью (концентрация 1:200000), экспозиция 5-10 мин в зависимости от интенсивности заражения.

- ванны с метиленовым синим, экспозиция 5 мин.

Профилактические мероприятия во время подращивания молоди. Существующие инструкции по борьбе с заболеваниями рыб (Сборник инструкций..., 1998) предлагают меры по профилактике и лечению рыб по каждому виду заболеваний в отдельности, однако в рыбоводной практике проведение профилактических мероприятий требует комплексного подхода.

Во время подращивания молоди хариуса в условиях ВРК в 2014 г. применялась следующая схема профилактических мероприятий (Иванова, Поляева, 2014):

- с 15-х суток после вылупления применяли препарат антибак-500, концентрацией 0,03 г/л и экспозицией 2 ч, препарат использовали в течение 5 суток, проточность в бассейнах при этом останавливалась;

- с 20-х суток после вылупления – пробиотик ветом-2 дозировкой 50 мг на 1 кг иктомассы в течение 10 суток;

- с 20-х суток после вылупления 0,5%-й раствор крупной поваренной соли без остановки проточности воды в бассейнах 1 раз в 7 суток;

- с 25-х суток водный раствор формальдегида концентрацией 1:5000 без остановки проточности воды в бассейнах 1 раз в 7 суток.

Использование антибиотка, пробиотика, раствора поваренной соли и формалина при подращивании молоди хариуса в условиях, приближенных к естественным, является комплексным подходом к решению поставленной проблемы. Применение антибиотика направлено на снижение бактериального фона, пробиотика – на профилактику и лечение дисбактериозов после использования антибиотика, раствора поваренной соли и раствора формальдегида – на возбудителей инвазионных болезней.

Использовали ветеринарный препарат антибак-500 производства ООО «НВЦ Агроветзащита С-П» и биологически активное вещество ветом-2, организация-разработчик – ООО НПФ «Исследовательский центр». Пробиотик добавляли в корм в сухом виде. Кормление молоди хариуса во время проведения обработок приостанавливали. В целях профилактики авитаминоза в корм также добавляли комплекс витаминов «Ганасупервит» (Invesa) из расчета 1 кг на 100 кг корма.

Дополнительно обработке подвергали рыбоводный инвентарь, ежедневно чистили фильтры бака расходника, тщательно убрали из бассейнов остатки продуктов жизнедеятельности молоди, корма, бактериальный налет на стенках.

Использование пробиотиков отдельно от антибиотика не приводило к существенному снижению отхода личинок. Сначала в первые дни применения пробиотиков количество погибшей молоди начинало снижаться, а затем снова увеличивалось. Для уменьшения гибели личинок и предотвращения их дальнейшего заражения были проведены профилактические, а затем и лечебные мероприятия с использованием антибиотика (Иванова, 2012 б).

Проведение обработки молоди хариуса в условиях ВРК начиналось после перехода на личиночный период. На 15-е сутки подращивания средняя длина личинки составляла 18 мм, средняя масса 60 мг. Средняя длина исследованной молоди составила 26 мм (минимальная – 15, максимальная – 32 мм), средняя масса – 110 мг (минимальная 40, максимальная 480 мг). Такие отличия в

минимальных и максимальных показателей роста объясняются разной датой начала отбора и закладки икры на инкубацию и, как следствие, разного начала периода подращивания (Иванова, Поляева, 2014).

Средняя длина исследованной молоди из естественных условий (р. Мана) составила 27,6 мм, средняя масса – 180 мг.

Выживаемость молоди хариуса в условиях ВРК после проведения профилактических мероприятий к завершению периода подращивания составила 70-80 %.

В наших исследованиях у мальков хариуса, подрошенных в условиях ВРК, было встречено три вида паразитов: круглоресничные инфузории *Trichodinidae* gen. sp., сидячие инфузории *Sessilina* fam. gen. sp. и моногенея *Tetraonchus borealis*. Тогда как у мальков из естественных условий кроме перечисленных видов были также зарегистрированы моногенея *Gyrodactulus* sp. и личинка нематоды.

Инфузории семейства *Trichodinidae* и подотряда *Sessilina* у исследованных личинок локализовались на внешних покровах тела, плавниках и жаберных лепестках. Инфузории *Trichodinidae* являются возбудителями различных триходиниозов. Эти заболевания, носителями которых являются в водоемах взрослые рыбы, особенно опасны для молоди. Обильное заселение инфузориями семейства *Trichodinidae* и подотряда *Sessilina* жаберных лепестков мальков рыб приводит к нарушению их дыхательных функций. Поврежденные участки лепестков, в свою очередь, являются воротами для вторичных инфекций.

У обеих групп мальков на жаберных лепестках зафиксировано присутствие моногенеи *Tetraonchus borealis*, специфичного для хариуса паразита, отмеченного также у взрослых производителей. Кроме того, на жаберных лепестках мальков из р. Маны обнаружена моногенея *Gyrodactulus* sp., в кишечнике – личинки нематоды.

Из всех обнаруженных у мальков хариуса паразитов сложный жизненный цикл, связанный с промежуточными хозяевами, имеется только у нематод. Остальные паразиты характеризуются простым жизненным циклом и не связаны с

объектами питания рыбы. Мобильные формы таких паразитов распространяются от носителя к новому хозяину с током воды.

Поскольку вода, используемая при подращивании молоди, поступала напрямую из русла р. Мана, то температурные условия и гидрохимические показатели оставались неизменными. При таких условиях показатели зараженности молоди паразитами с простым жизненным циклом должны быть одинаковыми как в бассейнах ВРК, так и в естественных условиях, однако в ходе исследования были зарегистрированы различия в этих показателях.

Наиболее выраженные различия отмечены в зараженности инфузориями *Trichodinidae* gen. sp. Экстенсивность инвазии в условиях комплекса после проведения профилактических мер составила 25,9 % (доверительный интервал с вероятностью 95% лежит в пределах от 13,0 до 39,0 %), тогда как у мальков в естественных условиях этот показатель достигал 100 % – доверительный интервал с вероятностью 95% лежит в пределах от 92,6 до 100,0 % (Иванова, Поляева, 2014), (рисунок 27).

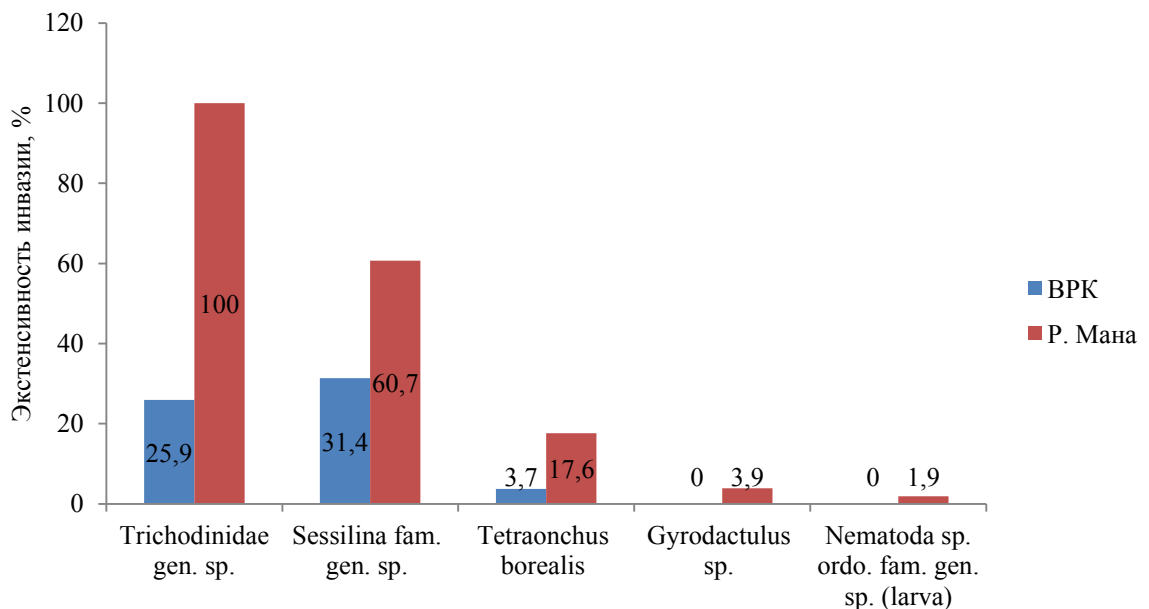


Рисунок 27 – Экстенсивность инвазии различными видами паразитов молоди сибирского хариуса в условиях ВРК и р. Мана, 2014 г.

Кроме того, велика интенсивность инвазии у молодежи в р. Мана – 222 экз. паразитов на одну зараженную особь хозяина. В условиях же комплекса данный показатель не превышал 3 экз. (Иванова, Поляева, 2014), (таблица 21).

Похожая ситуация наблюдалась по показателям зараженности *Sessilina* fam. gen. sp. В условиях комплекса после проведения профилактики уровень зараженности паразитом значительно ниже: экстенсивность инвазии составляла 31,4 % (доверительный интервал с вероятностью 95% лежит в пределах от 20,0 % до 45,0 %), интенсивность – 2 экз., в естественных условиях – выше: экстенсивность инвазии 60,7 % (доверительный интервал с вероятностью 95% лежит в пределах от 46,8 до 73,7 %), интенсивность – 20 экз. (Иванова, Поляева, 2014).

Таким образом, проведенные исследования выявили достоверные различия ($p \leq 0,05$) в показателях зараженности двух исследованных групп молодежи хариуса. Предложенная схема профилактических мероприятий может быть использована при подращивании молодежи хариуса как в условиях ВРК, так и в заводских условиях.

Таблица 21 - Интенсивность инвазии и индекс обилия различных видов паразитов молодежи сибирского хариуса в условиях ВРК и р. Мана, 2014 г.

Вид паразита	ВРК				Река Мана			
	I, экз.	ДИ (95%)	M, экз.	ДИ (95%)	I, экз.	ДИ (95%)	M, экз.	ДИ (95%)
<i>Trichodinidae</i> gen. sp.	2,5	1,57-4,71	0,6	0,33-1,39	222,3	184,2-263,8	222,3	184,1-263,8
<i>Sessilina</i> fam. gen. sp.	2,3	1,65-3,41	0,7	0,41-1,26	19,6	12,2-37,1	11,9	7,0-23,6
<i>Tetraonchus borealis</i>	1,0	-*	0,03	0,00-0,09	1,1	1,0-1,3	0,1	0,08-0,31
<i>Gyrodactylus</i> sp.	0,0	-*	0,0	-*	1,0	-*	0,03	0,0-0,1
<i>Nematoda</i> sp. ordo. fam. gen. sp. (larva)	0,0	-*	0,0	-*	1,0	-*	0,01	0,0-0,06

* «-» ДИ не рассчитывали.

5.5 Результаты работ по воспроизводству хариуса в условиях ВРК на р. Енисей, Мана

В результате выполнения рыбоводных мероприятий в 2010-2012, 2014 гг. по воспроизводству хариуса в условиях ВРК получены объемы собранной, проинкубированной икры и подрощенной молоди, которые представлены в таблице 22. Всего за период проведения рыбоводных мероприятий (за 2010-2012, 2014 гг.) было собрано 1323 тыс. шт. икры. Из них наибольшее количество отобрано в 2012 г., однако результаты по выходу молоди от собранной икры и выклюнувшихся личинок оказались наименьшими по сравнению с результатами, полученными в другие годы исследований. В 2010 и 2014 г. были получены оптимальные показатели по выходу подрощенной молоди: 40 % – выход от собранной икры, 70 % – от выклюнувшихся личинок.

Таблица 22. Количество собранной и проинкубированной икры (тыс. шт.) и подрощенной молоди (тыс. шт.) хариуса в условиях ВРК, р. Енисей, Мана

Показатели	Енисей, 2010 г.	Мана		
		2011 г.	2012 г.	2014 г.
Собрано икры, тыс.шт.	165,0	252,0	741,1	164,8
Заложено живой икры, тыс. шт.	140,2	226,5	629,9	140,1
Проинкубировано икры, тыс.шт.	98,2	149,5	365,8	91,2
Посажено молоди на подращивание, тыс. шт.	93,3	142,1	345,0	86,3
Выпуск молоди, тыс. шт.	65,23	85,21	207,0	63,048
Выход подрощенной молоди от:				
- собранной икры, %	40	34	30	38
- выклюнувшихся личинок, %	70	60	60	73

В ходе выполнения рыбоводных работ были определены некоторые биотехнические показатели по разведению сибирского хариуса в условиях ВРК (таблица 23). Средняя масса производителей, выловленных в р. Енисей (2010 г.) и используемых в работе, составила: у самок – 0,244 кг, у самцов - 0,265 кг. Рабочая плодовитость самок варьировала в пределах 1360-3570 шт. икринок, в среднем

составляла 2370 ± 640 шт. икринок, относительная плодовитость 9,7 тыс. шт./кг. Производители хариуса, отловленные в р. Енисее в 2011 г., имели следующие средние величины массы: самки - 0,233 кг, самцы – 0,225 кг. Рабочая плодовитость самок составила 3600 ± 160 шт. икринок, относительная – 15,5 тыс. шт/кг.

Таблица 23. Основные биотехнические показатели, полученные при разведении сибирского хариуса в бассейне р. Енисей в условиях ВРК

Параметры	р. Енисей, 2010 г.	Р. Мана			$\bar{x} \pm S\bar{x}$
		2011 г.	2012 г.	2014 г.	
Средняя масса производителей, кг					
-самки	0,244±0,008	0,233±0,010	0,210±0,014	0,218±0,006	0,226±0,008
-самцы	0,265±0,030	0,225±0,030	0,227±0,006	0,223±0,009	0,235±0,010
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./ кг	9,7 ± 2,5	15,5 ± 0,7	13,8 ± 0,3	11,3 ± 0,7	12,6±1,3
Отбраковка самок, не соответствующих рыбоводным требованиям, %	50				50
Отход оплодотворенной икры за период инкубации, %	30	25 (100)*	34	26	30
Отход оплодотворенной икры за период хранения на пунктах сбора и транспортировку, %	-	12	12	12	12
Средний процент оплодотворения икры, %	85	90	85	85	85-90
Отход свободных эмбрионов за выдерживание, %	5,0	5,0	5,7	5,3	5,0-5,7
Выход молоди при подращивании до 0,5 г, %	70	60	60	73	70

* - отход составил 100 %, закладке на инкубацию при 18 °С.

В 2012 г. отбор половых продуктов происходил у производителей, выловленных в р. Енисей, средней массой: самки – 0,210 кг, самцы – 0,227. Рабочая плодовитость самок равнялась 2500 ± 140 икринок, относительная рабочая плодовитость 13,8 тыс. шт./кг. В 2014 г. использовались производители хариуса, выловленные в районе устья р. Мана, средней массой: самки 0,218 кг,

самцы 0,223 кг. Рабочая плодовитость самок равнялась 2540 ± 200 шт., относительная рабочая плодовитость – $11,3 \pm 0,7$ тыс.шт/кг. Средние массы производителей за весь период исследований составляли: у самок – 0,226 кг, у самцов – 0,235 мм (см. таблицу 23).

Оплодотворенные икры в среднем находилось в пределах 85-90 % (см. таблицу 23). Однако в разные годы наблюдались отходы икры (в нескольких партиях) во время инкубации, которые были связаны с низким качеством используемых производителей (самцов). Общий отход оплодотворенной икры за период инкубации варьировал в пределах 25-34 %. Выход молоди при подращивании на уровне 70 % отмечен в 2010 и 2014 гг. Одной из основных причин гибели молоди хариуса во время ее подращивания можно указать болезни, вызванные предположительно бактериальным происхождением. На этом фоне при воздействии различного рода стрессов, в том числе резких температурных перепадов, отмечалась массовая гибель молоди хариуса (Иванова, 2013). Взвеси, появляющиеся в воде в ходе подращивания, приводили к гибели молоди, поскольку осаждались на жаберных лепестках, затрудняя газообмен.

Кроме того, нами отмечалось увеличение количества отхода молоди при повышении температуры во время подращивания выше $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ в маловодные годы (р. Мана). Это говорит о том, что все работы **по воспроизводству в ВРК напрямую зависят от естественных условий**, при этом сложно исключить влияние универсальных экологических факторов. В случае транспортировки производителей из других водных объектов с целью выдерживания и последующего сбора половых продуктов или с перевозкой оплодотворенной икры в условия выбранного водного объекта важно заранее изучить температурные условия и режим водного объекта.

Отклонения в развитии и гибель на ранних стадиях. Содержание производителей и подготовка их к нересту – наиболее важные этапы получения полноценного потомства. Нарушение технологии процесса преднерестового содержания производителей, использование молодых, впервые созревающих

самок, близкородственное скрещивание также ведут к появлению различного рода патологий у получаемой молоди (Сборник..., 1998).

В период эмбрионального и личиночного периодов развития регистрировались заболевания паразитарной, грибковой этиологии, а также патологии, обусловленные воздействием неблагоприятных факторов водной среды (резкие перепады температурного и газового режимов).

Одно из таких заболеваний наблюдалось у молоди хариуса (р. Енисей, 2010 г.) – водянка, которая вызывается неблагоприятными факторами наследственной природы. Болезнь характеризуется накоплением в мешке экссудата, пучеглазием, общей вялостью личинок, возможны кровоизлияния, особенно в области глазного яблока (рисунок 28).

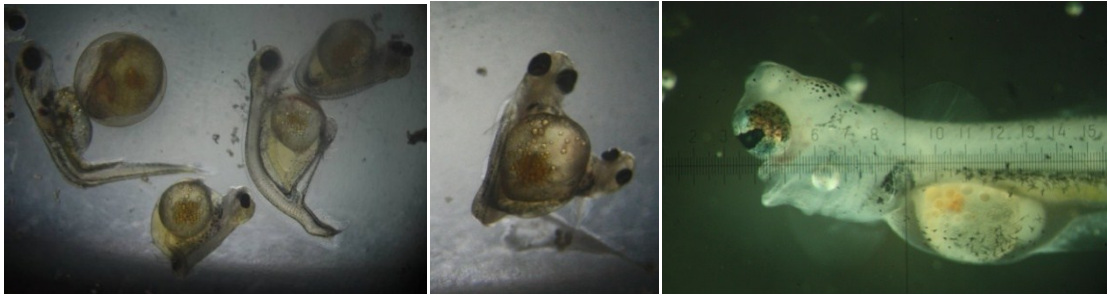


Рисунок 28 – Отклонения в развитие предличинок сибирского хариуса, р. Енисей, 2010 г.

Во время подращивания молоди хариуса в 2010 г. (р. Енисей) также наблюдались личинки, имеющие отклонения в развитии (уродства): сросшиеся глаза, изменения формы челюсти (мопсовидность головы), непропорциональное тело (сращение позвонков – эффект короткого стебля). В общей сложности количество личинок, имеющих какие-либо отклонения в развитии, не превышало 2 %.

На протяжении всего времени инкубации икры (р. Мана, 2011 г.) отмечался высокий процент отхода (>50 %), а также уродливые формы зародышей на всех этапах развития при температуре воды 18 °С и выше.

При большинстве инфекций рыб, вызываемых условно-патогенной микрофлорой, важное значение имеет не только наличие возбудителя, но и влияние неблагоприятных условий внешней среды и ослабление резистентности

организма рыб. В последние годы большая роль в этом отводится стресс-факторам, неизбежно присутствующим в условиях интенсивного рыбоводства. К ним относят колебания температуры и уровня воды, нарушения ее газового и солевого составов, загрязнение субтоксическими концентрациями химических веществ, многие биотехнологические приемы: высокие плотности посадки, излишние пересадки, лечебные обработки рыб и др. (Ведемейер и др., 1981).

В случаях, когда воздействие стресс-факторов превышает адаптационные способности рыб, снижаются общая резистентность и иммунологическая реактивность организма и повышается восприимчивость рыб к инфекционным заболеваниям (Ведемейер и др., 1981).

Для сравнения ростовых показателей молоди в условиях ВРК и в естественных условиях проводили отлов молоди из водного объекта (таблица 24). В общей сложности было промерено 60 экз.. Молодь, подращиваемая в ВРК, находилась в возрасте от 20 до 30 суток. В результате достоверные отличия (при $p=0,95$) в показателях массы выявлены между молодью хариуса, выращенной в условиях ВРК, и молодью из р. Маны, по состоянию на 07 июля 2014 г.

Таблица 24. Показатели длины (мм) и массы (мг) молоди хариуса, подращенной в условиях ВРК и из р. Мана

Дата	Показатели	ВРК	река Мана
01.07.14	Длина, мм	26,5±0,4	25,1±0,7
	Масса, мг	201±27	156±16
07.07.14	Длина, мм	32,8±1,2	30,1±1,0
	Масса, мг	317±6	204±22

Дополнительно для оценки выживаемости молоди после выпуска ее в водный объект вблизи берега были специально установлены рыбоводные фонари, обтянутые газом, куда впоследствии запускали подращенную молодь хариуса на выдерживание (рисунок 29). Средняя длина подращенного хариуса составила 33,5 мм (29,0-41,0 мм), масса 206 мг (90-360 мг). Время проведения эксперимента составило 10 суток. В результате выживаемость молоди равнялась 90 %. На теле малька появлялся окрас в виде поперечных полос.



Рисунок 29 - Выдерживание подрощенной молоди хариуса, р. Мана, 2014 г.

6. АПРОБАЦИЯ БИОТЕХНИКИ ВОСПРОИЗВОДСТВА СИБИРСКОГО ХАРИУСА В УСЛОВИЯХ ПОЛНОСИСТЕМНОГО РЫБОВОДНОГО КОМПЛЕКСА, ООО «МАЛТАТ»

Биотехника воспроизводства хариуса в 2013 г. была отработана и внедрена в условия полносистемного рыбководного комплекса (ПРК) компании ООО «Малтат». ПРК территориально расположен в п. Приморск Балахтинского района Красноярского края. С 2012 г. компания начала воспроизводство ценных видов рыб, по государственному контракту с администрацией Красноярского края. В настоящее время введена в эксплуатацию первая очередь ПРК, работающего по инновационной технологии замкнутого водоснабжения производственной мощностью.

В 2013 г. впервые проводились работы по воспроизводству сибирского хариуса р. Енисей в условиях ПРК. Отлов производителей осуществлялся в р. Енисей (с правого берега) в районе п. Тартат в период с 27 мая по 15 июня 2013 г. плавными сетями ячеей 30-36 мм длиной 30 м. После поимки хариуса выдерживали в садках, установленных тут же. Средние величины массы производителей составили: у самок – $0,238 \pm 0,006$ кг, у самцов – $0,234 \pm 0,006$ кг. Рабочая плодовитость самок равнялась 1500 ± 155 шт. икринок, относительная – $6,41 \pm 0,4$ тыс. шт./кг.

Сбор икры хариуса проводили в период с 27 мая по 15 июня в полевых условиях. Средняя температура воды р. Енисей при отборе половых продуктов составила $5,2$ °С, содержание кислорода 14 мг/л. После сбора икру уложенную в изотермические контейнеры, доставляли на ПРК (расстояние около 250 км).

Инкубация икры в условиях ПРК проводилась в аппаратах «Осетр», в ящиках, сконструированных по типу аппарата Шустера (15×15 см, высотой 5 см), а также на рамках (30×30 см, высотой 5 см), установленных в лотках. На этапе инкубации икры в условиях ПРК вода поступала из скважины, на этапе подращивания молоди – из Красноярского водохранилища.

Средняя температура воды за весь период инкубации икры с 5 по 22 июня составляла $12,3 \pm 0,5$ °С, минимальная зарегистрированная температура воды в этот период достигала 9,3 °С, максимальная 15,0 °С. В среднем длительность инкубации икры в 2013 г. в условиях ПРК составила 10 суток. Температурный режим во время инкубации представлен на рисунке 30.

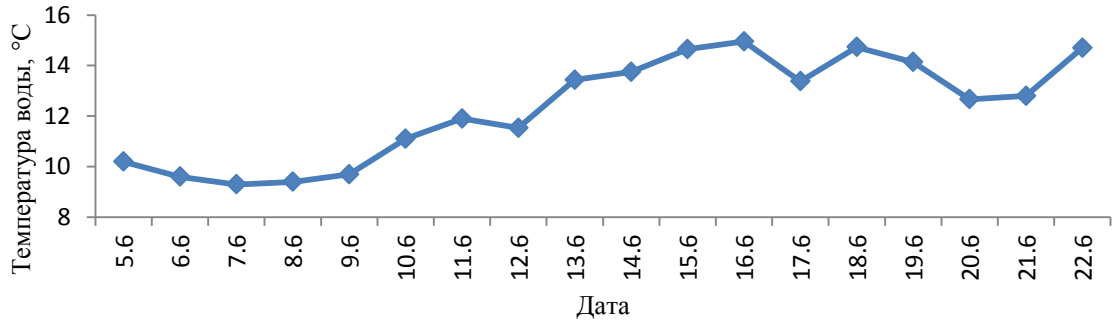


Рисунок 30 – Температура воды в период инкубации икры сибирского хариуса в условиях ПРК, 2013 г.

Подращивание молоди в условиях ПРК проводили в лотках длиной 4 м, шириной 0,8 м, высотой 60 см. Средняя температура воды за весь период подращивания молоди составляла $16,4 \pm 0,3$ °С, минимальная зарегистрированная температура воды в этот период достигала 12,5°С, максимальная 21,8°С. Температурный режим во время инкубации икры хариуса представлен на рисунке 31. Содержание растворенного в воде кислорода за весь период проведения рыбоводных работ варьировало в пределах 7,0-11,0 мг/л.

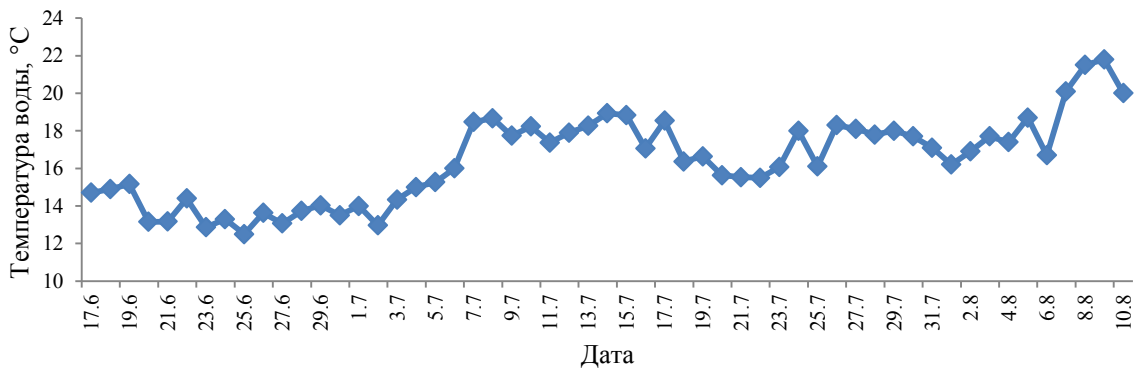


Рисунок 31 – Температурный режим во время подращивания молоди хариуса р. Енисей в условиях ПРК, 2013 г.

Основные условия воспроизводства хариуса р. Енисей на ПРК в период проведения рыбоводных мероприятий представлены в таблице 24. Сбор половых продуктов у производителей проведен 5, 11 и 14 июня, в результате на инкубацию икра заложена в три партии. Длительность инкубации икры 1-ой партии составила 12 суток при температуре воды $11,8 \pm 0,7^\circ\text{C}$. Наименьшее количество времени на инкубацию потребовалось 3-й партии икры – 8 суток при температуре воды $13,9 \pm 0,4^\circ\text{C}$. Свободные эмбрионы имели среднюю длину тела $10,25 \pm 0,2$ мм, диаметр желточного мешка $2,6 \pm 0,1$ мм, массу тела 32 мг.

Таблица 25. Условия воспроизводства хариуса р. Енисей на ПРК, 2013 г.

Условия		1-я партия	2-я партия	3-я партия
<i>Сбор икры</i>				
Дата		05.06	11.06	14.05
<i>Инкубация</i>				
Закладка икры в 1 аппарат, тыс. шт.		30	15	15
Расход воды, л/мин		5,0-10,0		
Продолжительность	суток	12	9	8
	период	(05.06-16.06)	(11.06.-19.06)	(14.06-21.06)
Средняя температура воды, $^\circ\text{C}$ (минимум-максимум)	\bar{x}	$11,8 \pm 0,7$	$13,6 \pm 0,3$	$13,9 \pm 0,4$
	<i>lim</i>	(9,3-15,6)	(12,1-14,7)	(12,0-14,9)
<i>Подращивание молоди</i>				
Плотность посадки, лоток, тыс. шт/м ²		6,2	4,7	3,1
Расход воды, л/мин		8-10		
Продолжительность	суток	55	52	50
	период	(17.06-10.08)	(20.06-10.08)	(22.06-10.08)
Средняя температура воды, $^\circ\text{C}$ (минимум-максимум)	\bar{x}	$16,9 \pm 0,2$	$16,2 \pm 0,4$	$16,5 \pm 0,4$
	<i>lim</i>	(13,4-21,8)	(11,1-21,8)	(11,7-21,8)

Поднятие на плав в среднем зарегистрировано на 3-4-е сутки выдерживания предличинок при температуре воды 13°C . Выдерживание предличинки до перехода на внешнее питание продолжалось: 1-й партии – 6 суток, 2-й – 8 суток, 3-й партии – 7 суток. Подращивание 1-й партии молоди длилось максимальное количество времени – 55 суток при температуре воды $11,8 \pm 0,7^\circ\text{C}$. На 55-е сутки подращивания у молоди отмечены: наличие чешуи, преанальная складка

полностью исчезла, окрас стал темнее. Согласно данным А.Ф. Коблицкой (1981), на момент завершения наблюдений за подращиванием молодь находилась на стадии развития «IV период – мальки, сеголетки».

Кормление молоди хариуса при подращивании в условиях ПРК, так же как и на ВРК, начиналось с момента рассасывания желточного мешка на 50 % и более. Для более дробной и постоянной порции при кормлении использовались автокормушки, которые заряжали на 24 часа. Освещение в цехе подращивания постоянное. Первые сутки кормления корм рассыпали на поверхности для постепенного привыкания.

В качестве стартовых кормов использовались науплии *Artemia sp.* (замороженные). Суточная доза составляла 15-25 % от массы молоди (Тугарина, Ходарева, 1963).

Кормление молоди осуществлялось кормами Coppens (Trocо crumble he 4949), предназначенными для мальков форели. Содержание сырого протеина в них составляло 56-58 %, жира – 13-15 % в зависимости от размера крупок. Кормление проводили согласно рекомендациям производителя.

На первых этапах кормления применялся корм крупкой 0,2-0,3 мм. Переход на следующие крупки произошел: 0,3-0,5 мм – на 10-15-е сутки подращивания молоди, 0,5-0,8 мм – на 30-35-е сутки и до конца наблюдений.

Затраты корма за весь период подращивания молоди хариуса составили: 1-я партия – 0,5, 2-я партия – 0,4; 3-я партия – 0,3.

Однако высокое содержание протеина в корме привело к тому, что в полости тела вокруг кишечника наблюдались тяжи жира, что впоследствии приводило к гибели молоди.

За период подращивания молоди 30 суток абсолютный прирост в среднем составил 160 ± 11 мг, относительный – 163 ± 10 %.

Абсолютный прирост хариуса по партиям равен: 1-я партия – 0,7 г за период 55 суток, 2-я и 3-я партии – 0,5 г за 50-52 суток подращивания. Относительный прирост 180-191 %. В среднем за период подращивания молоди хариуса в

условиях ПРК (50-55 суток) абсолютный прирост равен 600 ± 7 мг, относительный – 187 %.

При сопоставлении результатов абсолютного и относительного приростов молоди хариуса, подрощенной в условиях ВРК и ПРК, по t-критерию ($p=0,95$) достоверно значимых различий выявлено не было.

За время подращивания молоди в условиях ПРК были получены средние линейные размеры показанные в таблице 26. На первых этапах подращивания молодь имела длину от 11,2-13,8 мм. В возрасте 1 месяца (от момента подращивания) молодь достигла длины - 30 мм. На 55-е сутки подращивания длина молоди составляла 42-48 мм (рисунок 32).

Таблица 26. Средние длины молоди сибирского хариуса р. Енисей при подращивании в ПРК, 2013 г.

Сутки подращивания	Средняя длина, мм		
	1-я партия	2-я партия	3-я партия
5	16,4	15,3	12,1
10	17,8	17,3	15,6
15	20,4	18,3	18,5
20	23,3	22,5	21,5
25	25,5	25,1	26,6
30	30,0	28,0	27,6
35	35,0	34,3	32,5
55	48,0	44,0	42,0



Рисунок 32 – Молодь сибирского хариуса на 55-е сутки подращивания в условиях ПРК, 2013 г.

Связь средней длины молоди со временем её подращивания аппроксимирована линейным уравнением: $y = 0,622x + 10,55$ с высоким уровнем коэффициента детерминации ($R^2=0,99$), что также подтверждается величиной коэффициента корреляции на уровне 0,99. Зависимость массы молоди от времени подращивания хорошо описывается степенным уравнением вида: $y = 0,002x^{1,280}$, при величине достоверности аппроксимации $R^2=0,9$. Такая связь также подтверждается коэффициентом корреляции на уровне 0,95 (рисунок 33). При выявлении зависимости среди признаков *средняя длина – масса тела* величина коэффициента корреляции находится на уровне 0,96.

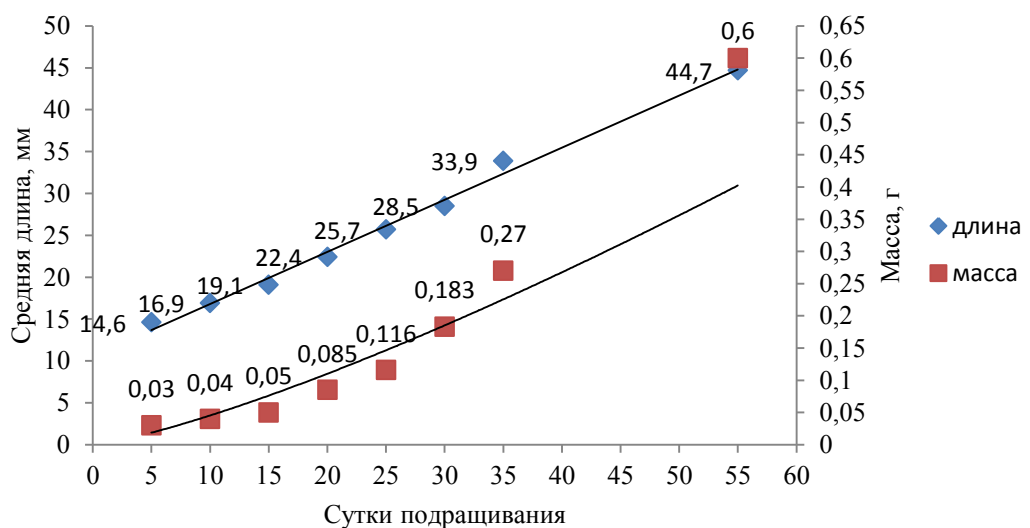


Рисунок 33 – Динамика линейного (мм) и весового (г) роста молоди сибирского хариуса при подращивании в условиях ПРК, 2013 г.

В ходе выполнения работ по искусственному воспроизводству сибирского хариуса в условиях ПРК были получены биотехнические нормативы (таблица 27). За период инкубации икры отход составил 20 %, что выше по сравнению с инкубацией в условиях ВРК, поскольку влияли температурный режим и иные условия. Выход молоди при подращивании в условиях ПРК составлял 70 %, что соответствовало нормативам, полученным при подращивании в условиях ВРК. Остальные параметры, такие как процент не соответствующих требованиям самок, отход свободных эмбрионов за период выдерживания, процент погибших особей за транспортировку, практически не отличались от величин, полученных в условиях ВРК.

Таблица 27 – Биотехнические показатели по воспроизводству сибирского хариуса р. Енисей в условиях ПРК, 2013 г.

Параметры	Показатели
Средняя масса производителей, кг -самки -самцы	0,238 0,234
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт/ кг	6,4
Отбраковка самок, не соответствующих рыбоводным требованиям, %	50
Отход оплодотворенной икры за период инкубации, %	20
Отход оплодотворенной икры за период хранения на пунктах сбора и транспортировки, %	15
Оплодотворения икры, %	85
Отход свободных эмбрионов за выдерживание, %	5
Выход молоди при подращивании до 1 г, %	70

ВЫВОДЫ

1. Возраст наступления половой зрелости сибирского хариуса среднего течения р. Енисей составляет 3 года при средних линейных размерах (FL) и массе тела самок 262 ± 2 мм и 190 ± 4 г, самцов – 264 ± 2 мм и 186 ± 3 г соответственно. Большая часть трехлетних особей участвует в первом нересте.

2. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) хариуса варьирует в пределах 1594-8076 шт., в среднем составляет 3480 ± 224 шт. икринок, индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) – от 8,0 до 35,4, в среднем $16,1 \pm 1,0$ тыс.шт/кг соответственно. Относительная рабочая плодовитость самок средней массой 0,226 кг составляет 12,6 тыс.шт/кг.

3. Для прижизненного получения качественных половых продуктов от производителей сибирского хариуса следует использовать анестетик – суспензию гвоздичного масла в концентрации 0,02 мг/л с экспозицией не более 15 мин.

4. Вылов производителей хариуса на р. Енисей, Мана следует начинать в весенний период с конца апреля до начала июня. Выявлено, что их готовность к нересту зависит от температурного фактора. Массовый отбор икры у производителей при выдерживании в р. Енисей, проводился в период 3 -16 июня при температуре воды $5,8 \dots 9,9$ °С, в р. Мана значительно раньше – с 10 мая по 31 мая при $8,0 \dots 9,9$ °С.

5. Установлено, что первые этапы эмбрионального периода развития икры хариуса от оплодотворения до гастрюляции – III этап в пределах температур от 6,7 до 16,8 °С наступают в первые сутки инкубации. Наиболее длительный этап развития – от начала кровообращения и развития желточной дыхательной сосудистой системы (7-й), средняя его продолжительность составляет – 6 суток.

6. Личиночный период, характеризующийся переходом молоди хариуса на внешнее питание, отмечается в среднем на 4-6-е сутки после вылупления при средней длине 15,0-16,0 мм и массе 0,03 мг, температуре воды от 8,9 до 18,0 °С.

7. Температурный диапазон инкубации икры сибирского хариуса достаточно широк и лежит в пределах средних температур от 8 до 13 °С. При

этом, как и для других видов, отмечается ускорение развития эмбрионов при повышении температуры. При искусственном воспроизводстве в р. Енисей и средней температуре воды $8,2 \pm 0,2$ °С на инкубацию требуется 21 ± 3 сут. в р. Мана при $13,0 \pm 0,9$ °С инкубация икры протекает в течение 13 суток. Пороговой температурой воды при закладке икры сибирского хариуса на инкубацию следует считать 18 °С. Выживаемость икры сибирского хариуса в условиях ВРК составляет 70 %.

8. Средняя температура воды при подращивании молоди в условиях ВРК в период июнь-июль на р. Енисей составляет 11,3 °С, на р. Мана находится в пределах 17,0-20,2 °С. Выживаемость молоди при подращивании до 0,5 г в условиях ВРК равняется 70%.

9. Абсолютный прирост хариуса, подращиваемого за период 30 суток, в среднем составляет: на кормах Aller Aqua – 180 ± 50 мг, на кормах BioMar – 270 ± 70 мг, на кормах Sorpens – 160 ± 11 мг. Относительный прирост за 30 суток подращивания достигает 160-170 %.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С целью восстановления численности и поддержания естественных популяции хариуса в среднем течении р. Енисей (и в его притоках) следует проводить работы по воспроизводству.

2. Необходимо создать ремонтно-маточные стада хариуса в условиях рыбопроизводных предприятий, которые в результате позволят гарантированно получать необходимые объемы посадочного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анищенко, О.В. Оценка антропогенного загрязнения р. Енисей по содержанию металлов в основных компонентах экосистемы на участках, расположенных выше и ниже г. Красноярска / О.В. Анищенко, М.И. Гладышев // Журнал СФУ. Биология. — 2010. — № 3. — С. 82–98.
2. Анохина, Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весенне-осенней нерестующей салаки / Л.Е. Анохина. — М. : Наука, 1969. — 270 с.
3. Атлас пресноводных рыб России: в 2-х т. Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. — М. : Наука, 2002. — 379 с.
4. Байдилдаев, Г.У. Экология размножения хариуса *Thymallus arcticus breviserphalus* озера Маркаколь / Г.У. Байдилдаев // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря и водоемов внутреннего стока Евразии : материалы 10 Междунар. науч. конф., посвящ. 450-летию Астрахани. (Астрахань, 25-30 апреля, 2008 г) – Астрахань, 2008. — С. 54-55.
5. Баймуканов, М.Т. Динамика структуры популяций ленка (*Brachymystax lenok*) и хариуса (*Thymallus arcticus*) оз. Маркаколь / М.Т. Баймуканов // Тез. докл. Междунар. науч. конф. и Междунар. шк. для молодых ученых. — Иркутск, 2010. — С. 38.
6. Балужкин, А.В. О рациональной и условной системах хариусов (из писем Л.С. Берга А.Н. Световидову) / А.В. Балужкин // Вопросы рыболовства. — 2003. — Т. 4, № 3 (15). — С. 529-537.
7. Барская, Ю.Ю. Паразиты лососевидных рыб Фенноскандии / Ю.Ю. Барская, Е.П. Иешко, Д.И. Лебедева. — Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2008. — 168 с.
8. Бахтин, Н.П. Река Енисей / Н.П. Бахтин. — Л. : Гидрометеиздат, 1961. — 122 с.

9. Белов, М.А. Состояние нерестовой части популяции нельмы *Stenodus leucichthys* (Güldenstädt, 1772) в р. Енисей / М.А. Белов, В.А. Заделёнов // Вестник Томск. гос. ун-та. — 2013. — № 368. — С. 177-179.
10. Берг, Л.С. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран: в 3 т. Т. 1/ Л.С. Берг. — М.;Л. : Изд-во АН СССР, 1948. — 446 с.
11. Бондарев, И.Э. Состояние популяций тайменя *Hucho taimen* (Pallas) и сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas) бассейна р. Лозьва и возможности повышения их численности путем искусственного воспроизводства / И.Э. Бондарев, А.В. Лугаськов, С.П. Силивров, Е.А. Цурихин // Вестник Тюмен. гос. ун-та. — 2007. — № 6. — С. 178-181.
12. Бурлаева, В. Отчет по опытной инкубации икры хариуса внезаводским методом на оз. Шерам-Холь Тувинской АССР : отчет о НИР [Рукопись] / В. Бурлаева, Н. Бескровных. — Красноярск : Енисейрыбвод, 1969. — 6 с.
13. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб : Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. — Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. — 121 с.
14. Ведемейер, Г.А. Стресс и болезни рыб / Г.А. Ведемейер, Ф.П. Мейер, Л. Смит. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 128 с.
15. Гадинов, А.Н. Пространственно-видовая структура ихтиоценоза, относительная численность и факторы, влияющие на распределение рыб р. Енисей / А.Н. Гадинов, П.М. Долгих // Вестник КрасГАУ. — 2008. — № 3. — С.169-174.
16. Гайденок, Н.Д. О природе протокоопераций хариуса и гаммаруса верхнего течения Енисея / Н.Д. Гайденок, В.В. Глечиков, А.И. Пережилин, Г.М. Чмаркова // Вестник КрасГАУ. — 2009. — № 2. — С. 66-75.
17. Гайденок, Н.Д. Особенности развития и оценка потребительского лова сибирского хариуса Енисея на участке Дивногорск-Казачинское / Н.Д. Гайденок, В.В. Глечиков, Г.М. Чмаркова // Рыбное хозяйство. — 2009. — № 3. — С. 70-76.

18. Гайденок, Н.Д. Потребительский лов хариуса р. Енисея на участке «Дивногорск-Казачинское» / Н.Д. Гайденок, В.В. Глечиков, А.В. Гулимов, Б.Г. Друк, Б.А. Еремеев, В.А. Заделенов, С.Ф. Корнев, Г.М. Чмаркова // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Красноярского края. — Красноярск: КНИИГиМС, 2006. — Вып. 8. — С. 62-67.
19. Герман, Ю.К. Оценка эпидемиологической ситуации в водоемах бассейна Енисея / Ю.К. Герман, А.А. Вышегородцев // Вестник КрасГУ. — 2004а. — № 7. — С. 77–81.
20. Герман, Ю.К. Паразитофауна рыб реки Качи / Ю.К. Герман, А.А. Вышегородцев // Вестник КрасГУ. — 2004 б. — № 7. — С. 72–77.
21. Гладкова, Н.Г. Искусственное разведение хариуса в Иркутском водохранилище / Н.Г. Гладкова // Рыбное хозяйство. — 1960. — № 2. — С. 39-40.
22. Гладышев, М.И. Влияние антропогенного загрязнения на содержание незаменимых полинасыщенных жирных кислот в звеньях трофической цепи речной системы / М.И. Гладышев, О.В. Анищенко, Н.Н. Сущик, Г.С. Калачева, И.В. Грибовская, А.В. Агеев // Сибирский экологический журнал. — 2012. — № 4. — С. 511-521.
23. Глызина, О.Ю. Липидный статус и спектр жирных кислот черного байкальского хариуса *Thymallus arcticus baicalensis* Dybowski, 1874 / О.Ю. Глызина, Е.В. Дзюба, Н.А. Латышев, В.В. Смирнов, Г.А. Федорова, А.В. Глызин, Т.Н. Бшарина // Химия в интересах устойчивого развития. — 2009. — № 1. — С. 15-20.
24. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1982 г. — Красноярск, 1985а. — Т. 1, вып. 12. — 385 с.
25. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1983 г. — Красноярск, 1985б. — Т. 1, вып. 12. — 378 с.

26. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1984 г. — Обнинск : ВНИИГМИ-МЦД, 1986. — Т. 1, вып. 12. — 379 с.
27. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1985 г. — Обнинск : ВНИИГМИ-МЦД, 1987. — Т. 1, вып.12. — 414 с.
28. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1986 г. — Обнинск : ВНИИГМИ-МЦД, 1988 а. — Т. 1, вып. 12. — 350 с.
29. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1987 г. — Красноярск, 1988 б. — Т. 1, вып. 12. — 347 с.
30. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1988 г. — Красноярск, 1990 а. — Т. 1, вып. 12. — 375 с.
31. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1989 г. — Красноярск, 1990 б. — Т. 1, вып. 12. — 327 с.
32. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 2010 г. — Красноярск, 2011. — Т. 1, вып. 12. — 309 с.
33. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 2011 г. — Красноярск, 2012. — Т. 1, вып. 12. — 294 с.
34. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 2012 г. — Красноярск, 2013. — Т. 1, вып. 12. — 286 с.

35. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. — Л. : Гидрометеиздат, 1985 в. — Т. 1, вып.12. — 463 с.
36. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2008 год». — Красноярск, 2009. — 226 с.
37. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2009 год». — Красноярск, 2010. — 237 с.
38. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2010 год». — Красноярск, 2011. — 280 с.
39. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2012 год». — Красноярск, 2013. — 314 с.
40. Гундризер, А.Н. Размножение и развитие сибирского хариуса / А.Н. Гундризер // Проблемы экологии. — Томск, 1967. — Т. 1. — С. 145-161.
41. Гундризер, А.Н. Сбор и инкубация икры саянского озерного хариуса : метод. указания / А.Н. Гундризер, В.А. Гундризер, В.А. Попков. — Томск, 1982. — 15 с.
42. Долгих, П.М. Пространственно-видовая структура ихтиоценоза, относительная численность и факторы, влияющие на распределение рыб р. Енисей / П.М. Долгих, А.Н. Гадинов // Вестник КрасГАУ. — 2008. — № 3. — С. 169–174.
43. Дрягин, П.А. Хариусы / П.А. Дрягин // Рыбоводство и рыболовство. — 1960. — № 6. — С. 32.
44. Егоров, А.Г. Рыбы водоемов юга Восточной Сибири / А.Г. Егоров. — Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1985. — 364 с.
45. Ежегодник качества поверхностных вод суши на территории деятельности среднесибирского УГМС за 2001 г. — Красноярск : ГОП Красноярскгидромета, 2002. — 94 с.

46. Ежегодник качества поверхностных вод суши на территории деятельности среднесибирского УГМС за 2003 г. — Красноярск : ГОП Красноярскгидромета, 2004. — 95 с.

47. Ежегодник качества поверхностных вод суши на территории деятельности среднесибирского УГМС за 2004 г. — Красноярск : ГОП Красноярскгидромета, 2005. — 88 с.

48. Ежегодник качества поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям на территории деятельности Красноярского ЦГМС-Р за 2001 г. — Красноярск, 2002. — 70 с.

49. Ежегодник качества поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям на территории деятельности Красноярского ЦГМС-Р за 2003 г. — Красноярск, 2004. — 77 с.

50. Ежегодник качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. Ч. 2. Характеристика источников загрязнения и водоохраных мероприятий за 2001 год. — Красноярск : ГОП Красноярскгидромета, 2002. — 69 с.

51. Ермолаев, В.В. Половое созревание, плодовитость и нерест европейского хариуса *Thymallus thymallus* (L.) в реках Белоруссии / В.В. Ермолаев, И.А. Ермолаева // Известия НАН Беларуси. Сер. Биол. науки — Минск, 2003. — 24 с.

52. Жукинский, В.Н. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши / В.Н. Жукинский, О.Н. Окснюк, Г.Н. Олейник, С.И. Кошелева // Гидробиологический журнал. — 1981. — Т. 17, № 3. — С 38-49.

53. Журалев, О.И. Товарное разведение белого байкальского хариуса / О.И. Журавлев // Рыбное хозяйство. — 2005. — № 4. — С. 29-30.

54. Заделенов, В.А. Использование водных биологических ресурсов на нарушаемых территориях Красноярского края: проблемы и способы решения /

В.А. Заделенов, И.В. Космаков, В.И. Космаков // Вестник Томск. гос. ун-та. — 2001. — № 274. — С. 130-132.

55. Заделенов, В.А. К воспроизводству весенне-нерестующих лососевидных рыб в бассейне р. Енисей / В.А. Заделенов, М.А. Белов, Ю.В. Будин, Е.В. Иванова, С.С. Лешта, И.И. Мельников, М.И. Кривцов, А.А. Курбатский, Ю.В. Перепелин, Е.Н. Шадрин, В. Швингер // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 2 Междунар. конф. – Новосибирск, 2010а. – С. 240-243.

56. Заделенов, В.А. К восстановлению ихтиофауны водотоков Красноярского края, нарушенных хозяйственной деятельностью / В.А. Заделенов, Е.Н. Шадрин // Науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию Краснояр. краевого отделения Всерос. общ. орг. «Русское географическое общество» : сб. материалов. — Красноярск : КО РГО, 2011. — С. 64-68.

57. Заделенов, В.А. О двух формах хариуса верховьев р. Маны / В.А. Заделенов // Актуальные проблемы биологии. — Красноярск, 1994. — С. 36.

58. Заделенов, В.А. О симпатрических популяциях хариуса в среднем течении р. Енисей / В.А. Заделенов, А.В. Гулимов // Проблема вида и видообразования : тез. докл. I Междунар. конф. — Томск, 2000 а. — С. 57-58.

59. Заделенов, В.А. Проблемы рыбного хозяйства в водохранилищах Ангара-Енисейских ГЭС / В.А. Заделенов, Е.Н. Шадрин, П.М. Долгих // Природные ресурсы Сибири: современное состояние и проблемы природопользования. — Новосибирск : Наука, 2010 б. — С.125-137.

60. Заделенов, В.А. Современное состояние водных биологических ресурсов водотоков Ирбейского района (реки Агул, Кунгус) / В.А. Заделенов, Е.Н. Шадрин, Л.А. Щур // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. — Красноярск: КНИИГиМС, 2004. — Вып. 6. — С. 48-57.

61. Заделёнов, В.А. Современное состояние популяций осетровых рыб (Acipenseridae) и их кормовой базы в бассейне Енисей / В.А. Заделенов // Сибирский экологический журнал. — 2000. — № 3. — С. 287-291.

62. Заделёнов, В.А. Сохранение и воспроизводство стерляди енисейской популяции – перспективного объекта осетрового хозяйства России / В.А. Заделёнов // Рыбное хозяйство. — 2007. — № 1. — С. 86-89.

63. Заделёнов, В.А. Фенетическое разнообразие хариуса Среднего Енисея / В.А. Заделёнов, А.В. Гулимов, А.В. Михеев // Сохранение биологического разнообразия Приенисейской Сибири : материалы первой межрегион. науч.-практ. конф. по сохранению биолог. разнообразия Приенисейской Сибири. — Красноярск, 2000 б. — Ч. 1. — С. 95.

64. Заделёнов, В.А. Характеристика состояния любительского рыболовства в Красноярском регионе / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин, Е.Я. Мучкина // Инновации в науке и образовании: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Всерос. очно-заочной науч.-практ. и науч.-метод. конф. с междунар. участием. – Красноярск : Краснояр. аграр. ун-ет, 2010в. — Ч. 2. — С. 351-355.

65. Заделёнов, В.А. Весенне-нерестующие лососевидные рыбы Центральной Сибири / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. — Красноярск: КНИИГиМС, 2003. — Вып. 4. — 424 с.

66. Зайцев, А.М. Культивирование молоди хариуса в водоемах Карелии / А.М. Зайцев, Г.В. Юшкова // Рыбоводство в естественных водоемах Карелии. — Мурманск : ПИНРО, 1990. — С. 40-50.

67. Зайцев, А.М. Опыт искусственного разведения хариуса в озерах Карелии / А.М. Зайцев // Результаты и перспективы рыбоводно-акклиматизационных работ в Карелии. — Мурманск, 1985. — С. 60-65.

68. Зайцев, А.М. Эмбрионально-личиночное развитие хариуса *Thymallus thymallus* (L.) из Ладожского озера / А.М. Зайцев // Вопросы ихтиологии. — 1986. — Т. 26, вып. 3. — С. 504-513.

69. Запекина-Дулькейт, Ю.И. Рыбы бассейна р. Маны. Вопросы изучения гидрофауны водоемов верхнего Енисея / Ю.И. Запекина-Дулькейт, Г.Д. Дулькейт

// Вопросы изучения гидрофауны водоемов верхнего Енисея: тр. гос. заповедника «Столбы». — 1972. — Вып. 9. — С. 106-125.

70. Звягинцев, Д.Г. Биоразнообразие Байкальской Сибири / Д.Г. Звягинцев, Л.М. Полянская, Г.Г. Гончиков, В.М. Корсунов, Ю.Н. Кокорин. — Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1999. — 349 с.

71. Зиновьев, Е.А. О специфике заполярных популяций хариусов Евразии / Е.А. Зиновьев, М.А. Бакланов // Структурно-функциональные особенности биосистем Севера (особи, популяции, сообщества): материалы Междунар. конф. (Петрозаводск, 26-30 сентября 2005г.). — Петрозаводск, 2005. — Ч.1. — С. 133-135.

72. Зиновьев, Е.А. Таксономическая и экологическая структура хариусовых рыб / Е.А. Зиновьев // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского) : сб. науч. тр. — СПб.;-М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2007. — Вып. 33. — С. 425-435.

73. Зиновьев, Е.А. Хариус – как индикатор антропогенных воздействий / Е.А. Зиновьев // Антропогенная динамика природной среды : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Пермь, 16-20 октября 2006 г.). — Пермь, 2006. — С. 148-154.

74. Зиновьев, Е.А. Экотипы хариусовых рыб / Е.А. Зиновьев // Экология. — 2005. — № 5. — С. 385-389.

75. Зотина, Т.А. Радионуклиды в хариусе сибирском на радиационно-загрязненном участке среднего течения р. Енисей / Т.А. Зотина, Е.А. Трофимова, А.Я. Болсуновский // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2012. — Т. 52, № 3. — С. 305-311.

76. Зуев, И.В. Питание хариуса *Tymallus sp.* в среднем течении р. Енисей / И.В. Зуев, Е.М. Семенова, С.П. Шулепина, К.А. Резник, Е.А. Трофимова, Е.Н. Шадрин, Т.А. Зотина // Журнал СФУ. Биология. — 2011. — Т. 4, № 3. — С. 281-292.

77. Иванов, Д.И. Словарь-справочник по пресноводной аквакультуре / Д.И. Иванов, С.И. Алымов, Ю.П. Мамонтов, С.Н. Муравьев — СПб. : Нестор-История, 2010. — 304 с.

78. Иванова, Е.В. Искусственное воспроизводство хариуса сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) в условиях временного рыбоводного комплекса в бассейне р. Енисей / Е.В. Иванова // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: материалы II Всеросс. научн.-практ. конф. молодых ученых (17-18 ноября 2011 г.). – М.: ВНИРО, 2011. – С. 21-24.

79. Иванова, Е.В. Использование временных рыбоводных комплексов при подращивании хариуса сибирского в бассейне р. Енисей // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: материалы III Всеросс. научн.-практ. конф. молодых ученых. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012 а – С. 121-123 с.

80. Иванова, Е.В. Комплекс профилактических мероприятий при подращивании молоди хариуса в условиях временного рыбоводного комплекса (р. Мана) / Е.В. Иванова, К.В. Поляева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (часть 10). – С. 118-130.

81. Иванова Е.В. Опыт разведения сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) в условиях временного рыбоводного комплекса в бассейне р. Енисей / Е.В. Иванова // Аквакультура России: вклад молодых: сб. ст. Всеросс. конф. молодых ученых и специалистов. – Тюмень: Госрыбцентр, 2012 б. – С. 34-38.

82. Иванова Е.В. Показатели роста и плодовитости сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) в среднем течении реки Енисей / Е.В. Иванова, Н.А. Оськина., И.В. Зуев // Вопросы рыболовства – 2015. – Т. 16, №1. – С 87-95.

83. Иванова, Е.В. Применение временных рыбоводных комплексов в Енисейском рыбохозяйственном районе // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб: материалы докладов 2-й Междунар. научн. конфер. (16-18 апреля 2013 г.). – Санкт-Петербург (ФГБНУ «ГОСНИОРХ»), 2013 – С. 162-165.

84. Инструкция по биотехнике выращивания посадочного материала хариуса. — Петрозаводск : СеврыбНИИпроект, 1985. — 12 с.
85. Информационная поисковая система по биоразнообразию позвоночных животных России [Электрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sevin.ru/vertebrates>.
86. Исаченко, В.Л. К вопросу о питании рыб бассейна реки Енисея / В.Л. Исаченко // Материалы по исследованию р. Енисея в рыбопромысловом отношении. — Красноярск, 1916. — Вып. 10. — 90 с.
87. Исаченко, В.Л. О пище рыб низовьев р. Енисея и Енисейского залива до бухты капитана Варзугина / В.Л. Исаченко // Материалы по исследованию р. Енисея в рыбопромысловом отношении. — Казань, 1911. — Вып. 3. — 59 с.
88. Исаченко, В.Л. Рыбы Туруханского края, встречающиеся в реке Енисее и Енисейском заливе / В.Л. Исаченко. — Красноярск, 1912. — 111 с.
89. Книжин, И.Б. Морфобиологическая характеристика сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Thymallidae) высокогорных озер бассейна верхнего течения реки Ангара / И.Б. Книжин, Б.Э. Богданов, Е.А. Васильева // Вопросы ихтиологии. — 2006 а. — Т. 46, № 6. — С. 747-759.
90. Книжин, И.Б. Новый вид хариуса *Thymallus svetovidovi* sp. nova (Thymallidae) из бассейна Енисея и его положение в роде *Thymallus* / И.Б. Книжин, С. Дж. Вайс // Вопросы ихтиологии. — 2009. — Т. 49, вып. 1. — С. 5-14.
91. Книжин, И.Б. Разнообразие и таксономическая идентификация хариусов (*Thymallus*) бассейна реки Енисей / И.Б. Книжин // Журнал СФУ. Биология. — 2011. — Т. 4, вып. 3. — С. 293-300.
92. Книжин, И.Б. Хариусы бассейна оз. Байкал (*Thymallus*; Thymallidae): разнообразие форм и их таксономический статус / И.Б. Книжин, С. Дж. Вайс, С. Сушник // Вопросы ихтиологии. — 2006 б. — № 46. — С. 442-459.
93. Коблицкая, А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб / А.Ф. Коблицкая. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 208 с.

94. Кожов, М.М. Очерк истории исследования рыб и рыбного промысла на озере Байкал и в его бассейне / М.М. Кожов // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. — Иркутск, 1958. — С.6-32.
95. Козлов, В.И. Справочник рыбовода / В.И. Козлов, Л.С. Абрамович. — М. : Россельхозиздат, 1980. — 220 с.
96. Копосов А.Е. Биологические особенности восточносибирского хариуса *Thymallus arcticus* Pallasii бассейна верхней и средней Колымы (в пределах Магаданской области) / А.Е. Копосов // Вопросы рыболовства. — 2013. — Т. 14. — № 3 (55). — С. 434-449.
97. Коротаева С.В. Эколого-популяционные особенности роста хариусов Приуралья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.Э.Коротаева. — Пермь : Перм. гос. ун-т, 2003. — 23 с.
98. Космаков, И.В. Воздействие изменения ледового режима Енисея ниже плотины Красноярской ГЭС на ихтиофауну реки / И.В. Космаков, В.М. Петров, В.А. Заделенов // Геориск. — 2011. — №1. — С. 32-36.
99. Космаков, И.В. Ледовый режим Енисея ниже плотины Красноярской ГЭС / И.В. Космаков // Природные ресурсы Сибири: современное состояние и проблемы природопользования. — Новосибирск : Наука, 2010. — С. 91-101.
100. Космаков, И.В. Термический и ледовый режим в верхних и нижних бьефах высоконапорных электростанций на Енисее / И.В. Космаков. — Красноярск: КЛАРЕНТИАНУМ, 2001. — 144 с.
101. Красная книга Вологодской области: в 3 т. Т. 3. Животные. — Вологда : Вологод. пед. ун-т, 2010. — 215 с.
102. Красная книга Оренбургской области. Животные и растения / под ред. Л.Г. Евдокимова, Е.Г. Байдакова. — Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1998. — 176 с.
103. Красная книга Российской Федерации (животные). — М. : Астрель, 2001. — 862 с.
104. Красная книга Ярославской области / под ред. Л.В. Воронина. — Ярославль: Изд-во Александра Рутмана, 2004. — 384 с.

105. Крикуненко. Материалы по гидрографии СССР. Река Мана. Бассейн Карского моря / Крикуненко, Бахтин. — Красноярск, 1947. — Т. 7, вып. 1. — 32 с. [Рукопись]
106. Куклин, А.А. Ихтиофауна водоемов бассейна Енисея: изменения в связи с антропогенным воздействием / А.А. Куклин // Вопросы ихтиологии. — 1999. — Т. 39, №4. — С. 478-485.
107. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М. : Высшая школа, 1990. — 352 с.
108. Лопатин, В.Н. Меры по сохранению биологического разнообразия редких и исчезающих видов рыб в водоемах Красноярского региона / В.Н. Лопатин, В.А. Заделёнов // Рыбное хозяйство. — 2006. — № 5. — С. 43-45.
109. Лукьянцева, Е.Н. Паразиты рыб Саяно-Шушенского водохранилища / Е.Н. Лукьянцева, Л.В. Лимонова // Паразиты и болезни гидробионтов Ледовитоморской провинции. — Новосибирск, 1990. — С 74–81.
110. Магомаев, Ф.М. Теоретические основы и технологические принципы рыбоводства в Дагестане / Ф.М. Магомаев. — Астрахань : Изд-во КаспНИРХ, 2003. — 407 с.
111. Макоедов, А.Н Родственные отношения хариусов Сибири и Дальнего Востока / А.Н. Макоедов. — М., 1999. — 108 с.
112. Макоедов, А.Н. Окраска спинного плавника хариусов как дифференцирующий и интегрирующий признак / А.Н. Макоедов // Биол. проблемы Севера : тез. V Всерос. симп. — Магадан, 1983. — Ч. 2. — С. 193-194.
113. Мартынов, В.Г. Состояние популяции хариуса (*Thymallus thymallus* L.) реки Илыч / В.Г. Мартынов., А.Г. Куприянов // Проблемы особо охраняемых природных территорий европейского Севера : материалы докл. науч.-практ. конф. — Сыктывкар, 2004. — С. 96-98.
114. Материалы по гидрографии СССР. Р. Мана бассейн р. Енисей - Карское море. — Красноярск, 1947. — Т. 7, вып.1. — 37 с.

115. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам [Приказ ФАР №1166 от 25.11.2011]. — М. : Росрыболовство, 2011. — 74 с.

116. Микодина, Е.В. Руководство по применению анестетика «гвоздичное масло» в аквакультуре / Е.В. Микодина, М.А. Седова, С.В. Пьянова, Я. Коуржил, Й. Гамачкова. — М. : Изд-во ВНИРО, 2011. — 64 с.

117. Микодина, Е.В. Экологичный анестетик «гвоздичное масло» в биотехнике искусственного воспроизводства рыб / Е.В. Микодина, М.А. Седова, С.В. Пьянова, Я. Коуржил // Рыбоводство. — 2010. — Т. 3, № 4. — С. 46-47.

118. Мина, М.В. О методике определения возраста рыб при проведении популяционных исследований / М.В. Мина // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. — Вильнюс : Минтис, 1976. — Ч. 2. — С. 31-37.

119. Мишарин, К.И. К биологии икры и молоди некоторых промысловых рыб оз. Байкала и реки Ангары / К.И. Мишарин // Тр. вост.-сиб. гос. ун-та. Биология. — Иркутск: Иркут. обл. изд-во, 1942. — Т. 2, вып. 3. — С. 89-117.

120. Мухачев, И.С. Биологические основы рыбоводства: учеб. пособие / И.С. Мухачев. — Тюмень : Изд-во ТГУ, 2005. — 300 с.

121. Никольский, Г.В. Частная ихтиология / Г.В. Никольский. — М. : Высшая школа, 1971. — 471 с.

122. Никоноров, С.И. Применение анестезирующих веществ в осетроводстве / С.И. Никоноров, В.О. Климонов, Т.С. Голованова, В.Д. Крылова, Р. Кольман, Л.В. Витвицкая // Вопросы рыболовства. — 2005. — Т. 6, № 3. — С. 575-598.

123. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2012 году : Государственный доклад [Электрон. документ]. — Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2013. — 274 с. — Режим доступа: <http://24.rospotrebnadzor.ru/documents/regional/GosDoklad>

124. Определение ущерба рыбохозяйственным водоемам Красноярского края от разработки рассыпных месторождений и выдача компенсационных мероприятий : отчет о НИР / С.Л. Бурнев. — Красноярск: ВостСибРыбНИИПроект, 1990. — 37 с.

125. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. В 3-х т. Т.1: Паразитические простейшие. — Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1984. — 431 с.

126. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3-х т. Т.3: Паразитические многоклеточные (2-я часть). — Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1987. — 583 с.

127. Остроумова, И.Н. Проблема стартовых кормов и физиологические аспекты кормления личинок рыб / И.Н. Остроумова // Актуальные проблемы выращивания и кормления рыб на разных этапах жизненного цикла: сб. науч. тр. — СПб: ООО «ИП Комплекс», 2005. — Вып. 33. — С. 207-259.

128. Оськина, Н.А. Структура популяции и рост хариуса реки Козтру (бас. р. Абакан) – [Электрон. ресурс] / Н.А. Оськина // Молодежь и наука : сб. материалов IX Всерос. науч.-техн. конф. — Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. — Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/11473>.

129. Петлина, А.П. Определение плодовитости и стадий зрелости рыб / А.П. Петлина. — Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1987. — 106 с.

130. Плеханов, Н. О. О питании сибирского хариуса (*Thymallus arcticus baicalensis* Dyb.) / Н.О. Плеханов // Изв. отд-ния прикладной ихтиологии и науч.-пром. исслед. — М.;Л., 1929. — Т. 10, вып. 2. — С. 148-150.

131. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. — М. : Изд-во МГУ, 1970. — 366 с.

132. Плохинский, Н.А. Критерий пригодности математических моделей / Н.А. Плохинский // Биометрические методы. — М. : Изд-во МГУ, 1975. — С. 46-47.

133. Подлесный, А.В. Рыбы Енисея, условия их обитания и использование / А.В. Подлесный // Изв. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та озерн. и речн. рыб. хоз-ства. — 1958. — Т. 44. — С. 97-178.
134. Пономарев, В.И. Биотопическое распределение хариуса реки Щугор в подледный период / В.И. Пономарев, О.А. Лоскутова, Е.Ю. Серегина // Тр. Коми науч. центра УрО РАН. — 1998. — № 257. — С. 82-89.
135. Попов, П.А. Рыбы Сибири: круглоротые, осетровые, лососевые, хариусовые, корюшковые / П.А. Попов. — Новосибирск : Новосибир. ун-т, 2001. — 172 с.
136. Попов, П.А. Экология и состояние запасов сибирского хариуса в водоемах нижнего течения Подкаменной Тунгуски / П.А. Попов // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы: сб. науч. тр. — Новосибирск : Наука. Сиб. Отд-ние, 1990. — С. 74-76.
137. Правдин, И.Ф. Возраст и рост рыбы / И.Ф. Правдин. — М. : Дэр эмес, 1933. — 57 с.
138. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. — М.: Пищепромиздат, 1966. — 376 с.
139. Промысловые рыбы России: в 2 т. Т. 1 / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенева. — М. : Изд-во ВНИРО, 2006. — 656 с.
140. Пронин, Н.М. Структура Байкальского природного очага дифиллоботриоза и взаимоотношения *Diphyllobothrium dendriticum* с дефинитивными хозяевами / Н.М. Пронин, С.В. Пронина, И.А. Кутырев // Изв. Иркут. гос. ун-та. — 2009. — № 2. — С. 53–56.
141. Раднаев, Н.Д. Исследование характерных особенностей окраски спинных плавников хариусов *Thymallus* Восточной Сибири / Н.Д. Раднаев // Вестник Бурят. гос. ун-та. — 2007. — №3. — С. 234-237.
142. Романов, В.И. К вопросу о диагностике и ареале восточносибирского хариуса *Thymallus arcticus pallasi* (Valenciennes) / В.И. Романов // Вестник Томск. гос. ун-та. — 2004. — № 10. — С. 102-106.

143. Романов, В.И. К вопросу о таксономическом статусе верхнеобских и верхнеенисейских хариусов (*Thymallidae*) / В.И. Романов // Материалы региональный науч. конф., посвящ. 20-летию заповедника (16-18 сентября). Гос. природ. заповедник «Кузнецкий Алатау». — Кемерово : Издат. дом «Азия», 2009. — С. 85-91.

144. Романов, В.И. К проблеме видового статуса некоторых лососевидных рыб водоемов Таймырского полуострова / В.И. Романов // Проблема вида и видообразование : тез. докл. I Междунар. конф. — Томск, 2000. — С.118-120.

145. Романов, В.И. О статусе западносибирского подвида сибирского хариуса (*Thymallus arcticus arcticus*): анализ некоторых мерестических признаков // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского) : сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — СПб.;М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2007. — Вып. 337. — С. 436-452.

146. Романов, В.И. Опыт использования методов многомерной статистики для решения таксономических проблем на примере лососевидных рыб Таймырского полуострова / В.И. Романов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — М., 1990. — Вып. 316. — С.78-79.

147. Романов, В.И. Фауна, систематика и биология рыб в условиях озерно-речных гидросистем южного Таймыра : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.08 / В. И. Романов. — Томск, 2005. — 42 с.

148. Романов, В.И. Фенетическая структура хариусовых рыб из некоторых водоемов юго-западной части Таймырского полуострова / В.И. Романов, Т.А. Брусьянина // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири : материалы конф. по изучению водоемов Сибири. — Томск, 1996. — С. 98-99.

149. Рыбы в заповедниках России: в 2 т. Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. — М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2010. — 627 с.

150. Рывлина, И.В. Методика применения анестезирующих препаратов при работе с производителями / И.В. Рывлина, Н.Г. Батухтина // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. — Вильнюс, 1985. — Ч. 5. — С. 51-57.
151. Самарина, С.С. Питание сибирского хариуса - *Thymallus arcticus* в водоемах Ангаро-Енисейского бассейна / С.С. Самарина, И.Б. Книжин // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3 : тез. докл. Междунар. и молодеж. конф. (Тольятти, 15-19 сент. 2003 г.). — Тольятти, 2003. — С. 249.
152. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб / под ред. А.М. Наумовой. — М. : Отд. маркетинга АМБ-агро, 1998. — Ч. 1. — 310 с.
153. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. — М. : Агропромиздат, 1986. — Т. 2. — 317 с.
154. Световидов, А.Н. Европейско-Азиатские хариусы / А.Н. Световидов // Тр. Зоологич. ин-та АН СССР. — 1936. — Т. 3. — С. 183-301.
155. Селезнева Н.П. Проект планировки поселка Выезжий Лог (р. Мана) : отчет [рукопись] / Н.П. Селезнева. — Красноярск: КрасТИСИЗ, 1987. — 18 с.
156. Скопец, М.Б. О мерах по оптимизации промыслового и любительского лова хариусов на северо-востоке СССР / М.Б. Скопец // Рыбное хозяйство. — 1988. — № 3. — С. 55-56.
157. Смольянов, И.И. Отчет из практики рыбоводных работ (разведение хариуса) на Иркутском водохранилище : отчет о НИР [рукопись] / И.И. Смольянов. — Красноярск, 1962. — 9 с.
158. Соин, С.Г. О размножении и развитии черного байкальского хариуса (*Thymallus arcticus baicalensis*, Dybowski) / С. Г. Соин // Зоологический журнал. — 1963. — Т. 42, вып. 12. — С. 1817-1839.
159. Спановская, В.Д. К методике определения плодовитости одновременно и порционно икроточущих рыб / В.Д. Спановская, В.А. Григораш // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. — Вильнюс: Мокслас, 1976. — Ч.2. — С. 54-62.

160. Спасский, А.А. Фауна трематод, цестод и скребней рыб верховьев Енисея / А.А. Спасский, В.А. Ройтман // Вопросы ихтиологии. — 1960. — Т. 15. — С. 183–192.
161. Средняя Сибирь. Природные условия и естественные ресурсы СССР. — М. : Наука, 1964. — 480 с.
162. Тугарина, П.Я. Влияние техногенного загрязнения на воспроизводство хариусовых рыб в водотоке Восточной Сибири / П.Я. Тугарина, Н.М. Пронин // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2006. — №2. — С. 100-103.
163. Тугарина, П.Я. Кормовой коэффициент и суточный рацион мальков черного хариуса *Thymallus arcticus baicalensis* Dyb. / П.Я. Тугарина, Т.А. Ходарева // Вопросы ихтиологии. — 1963. — Т. 3, вып. 2 (27). — С. 417-420.
164. Тугарина, П.Я. Хариусы Байкала / П.Я. Тугарина. — Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1981. — 283 с.
165. Ушаков, А.В. Экологические условия и факторы, предопределяющие формирование основ сочетанности очагов *Diphyllobothrium dendriticum* и *Triaenophorus nodulosus* в пойменно-речной экосистеме р. Ангары / А.В. Ушаков // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. — 2012. — № 2. — С. 3-6.
166. Флоринская, А.А. Паразитофауна рыб бассейна р. Ангары / А.А. Флоринская // Болезни и паразиты рыб ледовитоморской провинции (в пределах СССР). — Томск, 1979. — С. 34–39.
167. Цурихин, Е.А. Воспроизводство тайменя и сибирского хариуса в бассейне реки Лозьвы / Е.А. Цурихин, С.П. Силивров, А.В. Лугаськов // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 2 Междунар. конф. — Новосибирск: НГАУ, 2010. — С. 174-177.
168. Цурихин, Е.А. Результаты работ по воспроизводству тайменя и сибирского хариуса в бассейне реки Лозьвы / Е.А. Цурихин, С.П. Силивров, А.В. Лугаськов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2011. — № 5-6. — С. 21-24.
169. Червона книга України. — Киев : Глобалконсалтинг, 2009. — С. 339.

170. Черкасов, А.Е. Гидрологические районы бассейна Енисея (без Ангары). Красноярский край (материалы по географии и истории) / А.Е. Черкасов // Известия Красноярского отдела географического общества СССР. — Красноярск, 1962. — Вып. 2. — С. 180-184.

171. Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова. — М. : Советская наука, 1959. — 164 с.

172. Шадрин, Е.Н. Искусственное воспроизводство хариуса сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) в условиях временного рыбоводного комплекса, установленных на реках Енисей и Мана / Е.Н. Шадрин, Е.В. Иванова // Рыбное хозяйство. — 2012. — № 5. — С.83-88.

173. Шадрин, Е.Н. Питание сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) / Е.Н. Шадрин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2006 а. — № 8. — С. 37-45.

174. Шадрин, Е.Н. Эколого-трофическая характеристика сибирского хариуса (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)) бассейна р. Енисея : автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16 / Е. Н. Шадрин. — Красноярск, 2006 б. — 18 с.

175. Шиндавина, Н.И. Оценка самок радужной форели по качеству икры: тестирование на наличие в икре содержимого лопнувших икринок / Н.И. Шиндавина, В.Я. Никадронов, Е.В. Моисеева, В.А. Янковская // Рыбное хозяйство. — 2013. — № 3. — С.81-85.

176. Широков, В.А. Характеристика (*Thymallus thymallus* L.) реки Оланги (НП «Паанаярви») / В.А. Широков, И.Л. Щуров, Р.В. Гайда, Д.Э. Ивантер // Тр. Карел. науч. центра РАН. — 2003. — №3. — С. 145-147.

177. Широков, В.А. Хариус реки Оланги (НП «Паанаярви») в условиях лицензионного лова / В.А. Широков, И.Л. Щуров, Д.Э. Ивантер, Р.В. Гайда // Тез. докл. Междунар. конф. «Биоразнообразие Европейского Севера: теоретические основы изучения, социально-правовые аспекты использования и охраны». — Петрозаводск, 2001. — С. 198-199.

178. Шубина, В.Н. Особенности питания европейского хариуса *Thymallus thymallus* и сибирского *Th. arcticus* хариусов (Thymallidae) в водотоках бассейна реки Кары в районе горного хребта Пай-Хой / В.Н. Шубина, Ю.П. Шубин // Вопросы ихтиологии. — 2004. — Т. 44, № 4. — С. 532-537.

179. Шутый, М.Е. Реки и гидроэнергетические ресурсы / М.Е. Шутый, Э.Е. Теодоронская // Природные условия Красноярского края. — М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1961. — С. 231-249.

180. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. — М. : Изд-во ВНИРО, 2006. — 360 с.

181. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты / В.Д. Романенко, О.Н. Окснюк, В.Н. Жукинский, Ф.В. Стальберг, И.В. Лаврик. — Киев : Наукова думка, 1990. — 256 с.

182. Об утверждении временных биотехнических показателей по разведению молоди (личинок), выращенной в учреждениях и на предприятиях, подведомственных Федеральному агентству по рыболовству, занимающихся искусственным воспроизводством водных биологических ресурсов в водных объектах рыбохозяйственного значения: Приказ Федерального агентства по рыболовству № 912 от 8.09.2011. — [Электрон. ресурс] Госрыбцентр. — Режим доступа: http://www.gosrc.ru/download/opim/vremennye_biotekhnicheskie_pokazateli_po_razvedeni.pdf.

183. Об утверждении Правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна: Приказ Федерального агентства по рыболовству № 319 от 13.11.2008 (ред. от 21.03.2012) // Российская газета, 2009. — № 25. — С.19.

184. Aganovic, M. Iskustva o vestackom nirestu lipljana / M. Aganovic // Ribarstvo Jugoslavije. — 1957. — Vol. 12, № 4-5. — С. 112-113.

185. Carlstein, M. Effects of rearing technique and fish size on post- stocking feeding, growth and survival of European grayling, *Thymallus thymallus* (L.) / M. Carlstein // Fish management ecology. — 1997. — Vol. 4, № 5. — P. 391-404.

186. Gadd, T. Characterization of perch rhabdovirus (PRV) in farmed grayling *Thymallus thymallus* / T. Gadd, S. Viljamaa-Dirks, R. Holopainen, P. Koski, M. Jakava-Viljanen // Diseases of aquatic organisms. — 2013. — Vol. 106. — P. 117–127.

187. Gladyshev, M.I. Benefit-risk ratio of food fish intake as the source of essential fatty acids vs. heavy metals: A case study of Siberian grayling from the Yenisei River / M.I. Gladyshev, N.N. Sushchik, O.V. Anishchenko, O.N. Makhutova, G.S. Kalachova, I.V. Gribovskaya // Food Chemistry. — 2009. — Vol. 115, № 2. — P. 545–550.

188. Haugen, T.O. Early survival and growth in populations of grayling with recent common ancestors – field experiments / T.O. Haugen // Journal of fishery biology. — 2000. — Vol. 56, № 5. — P. 1173-1191.

189. Jankovic, D. Systematica i ekologija lipbjena / D. Jankovic. — Jugoslavije. Beograd, 1960. — 144 p.

190. Jungwirth, M. The temperature dependence of embryonic development of grayling / M. Jungwirth, H. Winkler // Aquaculture. — 1984. — Vol. 38. — P. 315-327.

191. Kaya, C.M. Notes: retention of adaptive rheotactic behavior by F₁ fluvial arctic grayling / C.M. Kaya, E.D. Jeanes // Transactions of the American Fisheries Society. — 1995. — Vol. 124, № 3. — P. 453-457. Sparre, P. Introduction to tropical fish stock assessment / P. Sparre, E. Ursin, S.C. Venema. — Rome : FAO, 1989. — Part 1. — 337 p.

192. Kaya, C.M. Rheotaxis of young arctic grayling from populations that spawn in inlet or outlet streams of a lake / C.M. Kaya // Transactions of the American Fisheries Society. — 1989. — Vol. 118, № 5. — P. 474-481.

193. Meyer, L. Spawning migration of grayling *Thymallus thymallus* (L, 1758) in a Northern German lowland river / L. Meyer // Archiv fuer Hydrobiology. — 2001. — Vol. 152, № 1. — P. 99-117.

194. Northcote, T.G. A review of management and enhancement options for the Arctic grayling (*Thymallus arcticus*) with special reference to the Williston Reservoir

Watershed in British Columbia / T.G. Northcote // Williston fish and wildlife compensation program, 1993. — P. 69.

195. Riley, W.D. Habitat use by *Thymallus thymallus* in a chalk stream and implications for habitat management / W.D. Riley, M.G. Pawson // Fisheries Management and Ecology. — 2010. — Vol. 17, № 6. — P. 544-553.

196. Riley, W.D. The effects of low summer flow on wild salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in a small stream / W.D. Riley, D.L. Maxwell, M.G. Pawson, M.J. Ives // Freshwater Biology. — 2009. — Vol. 54, №12. — P. 2581-2599.

197. Rozca, L. Quantifying parasites in samples of hosts / L. Rozca, J. Reiczigel, G. Majoros // Journal of Parasitology. — 2000. — Vol. 86. — P. 228-232.

198. Schmall, B. Laichaktivitäten, reproduktionsverhalten und habitatwahl der Asche in der Taugl.Tennengau, Land Salzburg / B. Schmall // Österreich Fisch. — 2009. — Vol. 62, № 7. — P. 166-177.

199. Scholz, T. Update on the Human Broad Tapeworm (genus *Diphyllobothrium*), Including Clinical Relevance / T. Scholz, H.H. Garcia, R. Kuchta, B. Wicht // Clinical microbiology reviews, 2009. — Vol. 22. — P. 146-160.

200. Sempeski P. Experimental study of young grayling (*Thymallus thymallus*) physical habitat factors in an artificial stream / P. Sempeski, P. Gaudin, E. Herouin // Arch. Hydrobiol. — 1998. — № 3 — P. 321-332.

201. Skerikova, A. Is the human-infecting *Diphyllobothrium pacificum* a valid species or just a south american population of the holarctic fish broad tapeworm, *D. latum*? / A. Skerikova, J. Brabec, R. Kuchta, J. A. Jimenez, H.H. Garcia, T. Scholz // The American journal of tropical medicine and hygiene. — 2006. — Vol. 15. — P. 307-310.

202. Sushchik, N.N. Comparison of seasonal dynamics of the essential PUFA contents in benthic invertebrates and grayling *Thymallus arcticus* in the Yenisei river / N.N. Sushchik, M.I. Gladyshev, G.S. Kalachova, O.N. Makhutova, A.V. Ageev //

Comparative Biochemistry and Physiology. — 2006. — Vol. 145, № 3-4 — P. 278–287.

203. Svetina, M. Najnoviya iskustva na podreeju vestackog uzgoja lipljana / M. Svetina // Ribarstvo Jugoslavije. — 1957. — Vol. 12, № 4-5. — P. 5965.

204. Svinger, V. Induction and advancement of ovulation in wild Siberian grayling (*Thymallus arcticus*) using D-Tle6-Pro9-Net Lecirelin / V. Svinger, T. Hansen, Y. Shadrin, T. Policar, J. Kouril // Czech Journal of Animal Science. — 2013 — Vol. 58. — P. 8-14.

205. Turek J. The effect of selected ovulation-including preparations on post-stripping mortality and reproductive indicators of farmed European grayling (*Thymallus thymallus*) / J. Turek, T. Randak, J. Velisek, P. Podhorec, J. Kouril // Acta vet. Brno, 2013. — Vol. 82. — P. 381-386.

206. Uiblein, F. Status, habitat use, andulnerability of the European grayling in Austrian waters / F. Uiblein, A. Jagsch, W. Honsig-Erlenburg, S. Weiss // Journal of fish biology. — 2001. — № 59. — Supplement A. — P. 223–247.

207. Vehanan, T. Habitat preference by grayling (*Thymallus thymallus*) in an artificially modified hydropeaking riverbed: A contribution to understand the effectiveness of habitat enhancement measures / T. Vehanan, A. Huusko, T. Yrjana, M. Lathi, A. Maki-Petays // Journal of Applied Ichthyology. — 2003. — Vol. 19, №1. — P. 15-20.

208. Volk, S., Vesel D. Lipljan u nasej salmoniculturi / S. Volk, D. Vesel // Ribol-stvo Jugoslavije. — 1961. — Vol. 16, № 5. — P. 118-121.

209. Weiss, S. Secondary contact between two divergent lineages of grayling *Thymallus* in the lower Enisey basin and its taxonomic implications / S. Weiss, I. Knizhin, V. Romanov, T. Kopun // Journal of fish biology. — 2007. — Vol. 71. — P. 371-386.