

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

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

06. 03 .01 – Биология

Донные беспозвоночные, как объекты питания чира и сига-пыжьяна реки
Хатанга

Руководитель

подпись, дата

доцент, к.б.н. Шулелина С. П.

Выпускник

подпись, дата

Геро И.В.

Красноярск 2017

Содержание

Введение	3
Глава 1. Обзор литературы.....	5
1.1. Вода как среда обитания гидробионтов, ее основные биотопы.....	5
1.2. Зообентос - как жизненная форма	8
1.3. Зообентос, как индикатор экологического состояния водных экосистем.....	10
1.4. Донные беспозвоночные в питание рыб	14
Глава 2. Материалы и методы.....	19
2.1 Географическая характеристика района.	19
2.2. Методика отбора и обработки проб зообентоса.....	20
2.3. Методика разбора проб желудочно-кишечного тракта рыб.....	21
Глава 3. Анализ результатов.....	24
3.1. Видовой состав зообентоса.....	24
3.2. Численность и биомасса донного сообщества р. Хатанга.....	26
3.3. Донные беспозвоночные в питании сига – пыжьяна и чира р. Хатанга.....	31
Выводы.....	34
Список использованных источников.....	35

Введение.

Важнейшей задачей современного экологического мониторинга является создание комплексной системы наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. При этом водные объекты становятся обычно конечными звеньями «цепочки» загрязнения. Почти все загрязняющие вещества, которые первоначально попали в атмосферу, в конечном итоге оказываются на поверхности суши и воды. Оседающие аэрозоли могут содержать ядовитые тяжелые металлы: свинец, кадмий, ртуть, медь, ванадий, кобальт, никель. Обычно они малоподвижны и накапливаются в почве. Но в почву попадают с дождями также кислоты. Соединяясь с ними, металлы могут переходить в растворимые соединения. В растворимые формы переходят также вещества, постоянно присутствующие в почвах.

Основными видами антропогенного воздействия на водные объекты являются: сельскохозяйственная деятельность (пашни, животноводческие комплексы, овощные хозяйства), вырубки, гари, пересекающие водотоки, дороги, техногенное влияние городов и рекреация. Следует отметить, что большую антропогенную нагрузку испытывают мелкие, средние реки и водоёмы, особенно расположенные в пределах городской черты. Малые и средние реки играют важную экологическую роль и составляют основу гидрографической сети, формируя сток больших рек и определяя качество их воды. А изменение гидрологического режима малых рек приводит к соответствующему изменению режима больших рек.

Все малые водотоки чрезвычайно чувствительны к любой антропогенной деятельности на их водосборах, изменяющей природные условия территории бассейна реки. При этом подавляющее большинство малых рек не входят в программы наблюдений, реализуемые государственными службами, но в то же время играют большую хозяйственную и рекреационную роль. Оценка и прогнозирование состояния водных объектов основывается на анализе результатов контрольных

измерений и на использовании математических моделей распространения примесей [1, 2].

Зообентос – один из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов и водотоков, однако степень его изученности недостаточна. Это обусловлено в первую очередь многообразием его таксономического состава: в пресноводном зообентосе умеренных широт встречаются представители до двадцати классов и десяти типов животных. Зообентос отличается стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени, поэтому он является удобным объектом для наблюдений за антропогенной сукцессией и процессами самоочищения водных экосистем. Зообентос, наряду с зоопланктоном, является одним из основных компонентов в питании многих видов рыб. При этом очень часто планктофаги при недостатке зоопланктона активно переходят на потребление зообентоса.

Цель исследования: Изучить структуру зообентоса реки Хатанга и его роль в питании сига - пыжьяна и чира

Задачи

1. Определить видовой состав зообентоса рек Хатанга
2. Изучить пространственное распределение плотности зообентоса
3. Изучить состав пищевого комка сига - пыжьяна и чира р. Хатанга

Глава 1. Обзор литературы.

1.1 Вода как среда обитание гидробионтов, и ее основные биотопы.

Гидросфера была первой из сред жизни, освоенной организмами. Это самая обширная среда обитания, занимающая 71% площади нашей планеты. Вода как среда обитания имеет ряд специфических свойств, таких, как большая плотность, сильные перепады давления, относительно малое содержание кислорода, сильное поглощение солнечных лучей и др. Водоёмы и отдельные их участки различаются, кроме того, солевым режимом, скоростью горизонтальных перемещений (течений), содержанием взвешенных частиц. Для жизни придонных организмов имеют значение свойства грунта, режим разложения органических остатков и т.п. Поэтому, наряду с адаптациями к общим свойствам водной среды ее обитатели должны быть приспособлены и к разнообразным частным условиям. Обитатели водной среды получили в экологии общее название гидробионтов. Они населяют Мировой океан, континентальные водоемы и подземные воды [5, 12].

Особенности гидросферы как среды обитания водных организмов, называемых гидробионтами, можно понять, лишь ознакомившись с физическими свойствами воды по сравнению с воздухом. К числу главнейших свойств воды относится плотность, которая примерно в 1220 раз превышает плотность воздуха. Следствием этого является наличие большого сопротивления движению гидробионтов, увеличение давления на них воды с возрастанием глубины, большая опорность, используемая водными организмами, а также высокая выталкивающая сила «архимедова сила» и вязкость.

Плотность воды зависит от температуры. Максимальная плотность, равная 1г/мл, наблюдается при +4 °С. При повышении и понижении температуры плотность воды уменьшается. При замерзании воды

расширяется, увеличивая свой объем примерно на 11%. Благодаря этому свойству лед располагается на поверхности водоема, а более плотная вода с положительными температурами находится подо льдом. Самая плотная вода находится в придонной области, данная возможность для жизни донным организмам в зимнее время.

У воды одна из самых высоких величин удельной теплоемкости. Чтобы изменить температуру 1 г. воды на 1 °С, нужно затратить 4,19 Дж тепла «500 раз больше, чем у воздуха». Поэтому, вода, медленно нагреваясь и медленно остывая, уменьшает амплитуду суточных и сезонных колебаний температуры стабилизируя ее. У воды высокая теплопроводимость «в 30 раз выше, чем у воздуха», благодаря чему осуществляется равномерное распределение температуры в водной среде. Вода превосходный растворитель разнообразных минеральных веществ. В зависимости от количества растворенных солей выделяют пресные «до 0,5 г/л», солоноватые «0,5-16 г/л», морские «16-45 г/л» и пересоленные «47-350 г/л» воды. Природным водам свойствен определенный состав минеральных солей. Так, в пресных водах преобладают карбонаты, морских – хлориды [14].

В воде растворяются и газы. Однако кислорода в воде содержится в 30 раз меньше, чем при той же температуре в равном объеме воздуха. При интенсивном развитии гидробионтов в ночное время, когда нет обогащения воды за счет фотосинтеза водных растений, может возникнуть дефицит кислорода. Нередко это приводит к гибели водных организмов « например, заморы рыб». Поэтому кислород в водной среде – лимитирующий фактор.

Второй лимитирующий фактор – свет. Освещенность быстро снижается с увеличением глубины. Идеально чистые воды имеют прозрачность 40-60 м, а сильно загрязненные – не более 10 см «величину прозрачности определяют путем погружения белого диска Секки в воду до предельных глубин его видимости». Поэтому, наибольшее количество света получает поверхностный слой воды, в котором интенсивно осуществляется фотосинтез.

Из-за низкого содержания кислорода в водной среде отсутствуют гидробионты с высоким уровнем процессов жизнедеятельности.

Типичными ее обитателями являются организмы с непостоянной температурой тела, относящиеся к группе эктотермных организмов. В периоды недостатка кислорода они способны снижать интенсивность процессов жизнедеятельности, многие из них – вплоть до состояния анабиоза. Высокоорганизованные теплокровные животные с высоким уровнем процессов жизнедеятельности живут в водной среде только благодаря дыханию атмосферным воздухом, который они вдыхают, периодически поднимаясь из глубин к поверхности воды.

Адаптация гидробионтов к высокой плотности воды происходила по двум направлениям. Одни из них, в основном микроскопически мелкие, используют её как опору, и находятся в состоянии свободного парения благодаря приспособлениям, снижающим удельную массу тела (отсутствие утяжеляющего скелета, наличие капелек жира или воздуха), либо увеличивающим трение поверхности тела о воду (мелкие размеры тела, выросты покровов тела). Эти гидробионты образовали экологическую группировку, названную планктоном (от греч. *planktos* – парящий, блуждающий). Выделяют растительный планктон (фитопланктон) и животный фитопланктон (зоопланктон). Для всех планктонных организмов характерно отсутствие способности противостоять течению воды.

Организмы другой экологической группировке гидробионтов, названной нектоном (от греч. *nektos*-плавающий), напротив, активно плавающие животные способные преодолевать силу течения. Самыми типичными представителями этой группы являются рыбы и головоногие моллюски. Для них характерно обтекаемая форма тела, развитая мускулатура, позволяющая быстро передвигаться в водной среде.

Планктонные и нектонные организмы освоили толщу воды водоемов. Донную же область заселили организмы бентоса (от греч. *bentos* –глубина). Многие из них имеют тяжелые известковые раковины (моллюски), мощную

хитинизированную кутикулу (речной рак, крабы, омары), органы прикрепления к грунту (присоски у пиявок, крючья у личинок ручейников) [6, 15].

1.2 Зообентос - как жизненная форма.

Бентос (от греч. bentos – глубина) – совокупность животных и растений, обитающих на дне или связанных с дном; многие из этих организмов проходят планктонную стадию развития, способствующую их расселению. По преобладающим размерам, составляющим бентос организмов, разделяют на микробентос (бактерии, простейшие, донные диатомовые водоросли и др.), мейобентос (мелкие черви, рачки и др. организмы с длиной тела обычно не более 2 мм) и макробентос (донные организмы крупнее 2 мм).

Различают фитобентос – водоросли и морские травы, которые заселяют лишь освещенные части шельфа, и зообентос – донных животных, заселяющих дно океана вплоть до ультраабиссальных глубин. Организмы зообентоса могут обитать на слоевищах растений, на поверхности грунта (эпифауна), зарываться в относительно мягкий грунт (инфауна) или выбуравливаться в непрочные скальные породы (эндолиитофауна); они различаются степенью подвижности (от прикрепленных форм до активно ползающих). Виды, связанные с грунтом, но способные к активному плаванию, выделяются в нектобентос (скат, камбала и др.).

Среди животных бентоса часть питается непосредственно растениями (фитофаги), другие потребляют органические вещества, взвешенные в придонном слое воды (сестонофаги) или содержащиеся в грунте (детритофаги), хищники питаются животными; кроме того, есть питающиеся падалью (некрофаги) и всеядные. Организмы бентоса играют большую роль в природных экосистемах, образуя сложные пищевые (трофические) цепи и оказываясь пищей для рыб, млекопитающих и птиц. Многие представители

бентоса издавна употребляются в пищу людьми и служат объектами промысла и культивирования.

Фитопланктон является основой питания для зоопланктона и бентоса. В тоже время развитие гидробионтов зависит от видового состава и обилия погруженных растений и растений с плавающими листьями. Чем разнообразнее состав и структура зарастания водной растительности, тем разнообразнее и богаче в ней зоопланктон.

Обратная зависимость наблюдается между растительностью и биомассой зообентоса. Высокая продуктивность бентоса в пресных водоемах отмечается на слабо заросших грунтах, с небольшим количеством растительных остатков и слабой аккумуляцией. Ухудшение в водоеме кислородного режима, уменьшение притока биогенных элементов и преобладания в балансе процессов накопления органических веществ, приводят к доминированию многовидовых или обедненных растительных группировок, и, следовательно, к снижению продуктивности фитопланктона, зоопланктона и зообентоса [5].

Зообентос – один из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов и водотоков, однако степень его изученности недостаточна. Это обусловлено в первую очередь многообразием его таксономического состава: в пресноводном зообентосе умеренных широт встречаются представители до двадцати классов и десяти типов животных.

Для точной идентификации некоторых таксонов зообентоса необходимо использование специальных методов, включая исследование морфологических характеристик на основных стадиях онтогенеза и кариологический анализ. Зообентос отличается стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени, поэтому он является удобным объектом для наблюдений за антропогенной сукцессией и процессами самоочищения водных экосистем [8, 11].

В состав зообентоса входят наиболее долгоживущие группы гидробионтов – моллюски и олигохеты, продолжительность жизни которых

достигает 6 лет, причем на их долю приходится большая доля биомассы зообентоса на многих водоемах и водотоках. Такие долгоживущие компоненты биотопа являются хорошими индикаторами хронического загрязнения и устойчивости экосистемы [5, 27].

Зообентос, в противоположность планктону, в пределах одной зоны обнаруживает значительную неоднородность, образуя несколько, иногда много биоценозов. Состав и обилие бентоса зависят от многих факторов, из которых наибольшее значение имеют глубина, подвижность воды, колебания уровня, характер грунта, зарастаемость. Биотопами для биоценозов бентоса считают обычно участки с однородными на всем протяжении грунтами, лежащие в пределах одной вертикальной (глубинной) зоны. В прибрежье возможно выделение верхних горизонтов, осыхающих (или промерзающих) при понижениях уровня, население которых вследствие этого беднее (состоит только из видов, выносящих временное осыхание дна). В таких водоемах зону обнажения дна (непостоянного затопления) целесообразно подразделять еще на горизонты верхний (собственно осыхающий, обнажающийся еще летом) и нижний (покрываемый льдом, но с непромерзающими грунтами). Каждый из них может считаться особым биотопом и отличается от другого характером бентоса. В реках и речных водохранилищах выделяются те же зоны, но с другими наименованиями: литораль называют рипалью, сублитораль или склон – субрипалью, ложе – медиалью [15, 23].

1.3 Зообентос, как индикатор экологического состояния водных экосистем.

Для комплексной оценки экологического состояния водоемов, водотоков, и их водосборов, находящихся под воздействием целого комплекса разнообразных антропогенных воздействий, необходимо использование методов биологического анализа, наиболее полно отражающих качество окружающей природной среды. В комплексном

экологическом мониторинге состояния окружающей среды гидробиологический мониторинг водных объектов является важной составляющей. В основе гидробиологического мониторинга лежат исследования по биоиндикации с целью наблюдений, оценки и прогноза состояния водных экосистем в условиях усиливающегося антропогенного пресса. Традиционно методы биологического анализа разделяют на биотестирование – проведение контролируемых экспериментов в камеральных условиях и биоиндикацию - анализ и интерпретацию натуральных данных. Биотестирование с использованием организмов зообентоса является достаточно разработанным направлением в современной экотоксикологии [16, 20].

Донные беспозвоночные и их сообщества являются чувствительными индикаторами загрязнения биогенными и токсическими веществами, закисления и эвтрофикации водных объектов. Под влиянием экстремальных природных факторов донное население значительно обедняется или исчезает полностью. Возобновление зообентоса происходит довольно быстро при наличии достаточного количества рефугиумов, количество которых обычно увеличивается вниз по течению. Наибольшую роль в восстановлении речного зообентоса после экстремальных природных явлений играет способность многих зообентонтов к анабиозу, наличие наземных расселительных стадий амфибиотических насекомых и дрифт. Интенсивность активного дрефта эвсиртона определяется плотностью населения, его составом, обилием пищи, неблагоприятными условиями среды и биологией вида. Пассивный дрефт эвсиртона в основном зависит от скорости течения потока и устойчивости грунта [29].

Наиболее достоверными показателями качества вод являются личинки насекомых (ручейников, поденок, хирономид, веснянок). Они наиболее чувствительны к загрязнению, особенно свободноживущие, без домиков, с жабрами без крышек. В состав зообентоса входят и стойкие к загрязнению организмы – моллюски и олигохеты с большой продолжительностью жизни.

При оценке загрязнения водных объектов по зообентосу во многих случаях дает надежные результаты использование в качестве индикаторов более крупных таксонов, чем виды. Между оксифильными личинками насекомых и пелофильными олигохетами наблюдается обратная взаимосвязь. Поэтому, надежными показателями качества воды являются соотношение обилия указанных групп зообентоса к суммарному обилию всех донных животных на единицу площади. Особенно хорошие результаты при этом получаются для малых рек. Гораздо токсичны промышленные стоки для гомотопных беспозвоночных – моллюсков, пиявок, турбеллярий, ракообразных и олигохет, чем для гетеротопных – хирономид [5, 30].

Для оценки качества воды водных объектов используют множество индексов, например: индекс сапротоксности, индекс соотношения численности олигохет к суммарной численности зообентоса, биотический индекс Вудивисса и др. [31].

Индекс сапротоксности (St): Этот индекс разработан на данных по большому количеству водоемов и водотоков Кольского севера по результатам сравнительно токсикологических исследований сточных вод разнопрофильных промышленных предприятий. Индекс сапротоксности применим как к водоемам, так и водотокам, высокочувствителен, вполне пригоден к использованию на экосистемах, северо-запада России и позволяет характеризовать водоем по степени смешанного токсического и органического загрязнения [7].

Индекс соотношения численности олигохет к суммарной численности зообентоса (N_0 / N_c): олигохеты – доминирующая группа животных бентоса во многих из исследованных водоемов, поэтому изменение их численности может быть показательным для оценки их состояния. Этот индекс в большей степени отражает воздействие загрязнения органическими и биогенными веществами, накопление на дне водоема тонких минеральных частиц и токсического загрязнения в силу низкой чувствительности. К его недостаткам можно отнести то, что, показывая стремление донного

сообщества к монокультуре, индекс не учитывает видовое разнообразие олигохет и возможное наличие среди них чисто водных видов. В.П.Зиновьев, отметил, что при применении индекса необходимо делать поправку на скорость течения. Высокая скорость течения завышает индекс в сторону меньшей загрязненности, а застойные участки реки – в сторону большей загрязненности. Для Восточной Сибири разработана система определения качества поверхностных вод по показателю соотношения численности зообентоса к численности олигохет с учетом скорости течения [5, 7].

Индекс соотношения численности подсемейств хирономид (K_{ch}): Индекс соотношения численности подсемейств хирономид был разработан на реках Ленинградской, Калининградской и Московской областей. Данный индекс использовался для оценки состояния водоемов и водотоков различных регионов и в большинстве случаев давал адекватные оценки качества воды. В этом показателе учитывается индикаторная значимость отдельных подсемейств и изменение их количественного соотношения под влиянием антропогенного воздействия.

Биотический индекс Вудивисса (BI): Биотический индекс учитывает наличие групп животных, которые могут быть показательны в отношении качества воды. Биотический индекс широко применяли в оценке качества воды рек Франции, Великобритании, Карелии, Средней Азии, Восточной Сибири и Восточного Кавказа в понятие «группа» включены виды или комплексы видов, индикаторное значение которых оценивается в зависимости от общего числа групп животных в пробе. Таким образом, биотический индекс в целом оценивает структуру сообщества, однако к его недостаткам можно отнести недостаточную корреляцию «группы» с численностью входящих в нее животных. При этом значение очень малочисленной «группы» может быть завышено.

Каждый из четырех показателей (St , N_0/N_c , K_{kh} , BI) имеют количественное выражение и шкалу качества вод. С увеличением загрязнения значения индексов St , N_0/N_c и K_{ch} возрастают, значения BI-

снижаются. Значения индекса N_0/N_c выражены в процентах, что затрудняет сравнение результатов оценки по отдельным показателям, поэтому выразили величину BI обратной его значению величиной ($1/BI$), и значения индекса по мере возрастания загрязнения будут увеличиваться от 0.1 до 1. В таком случае индекс BI приобретает ту же направленность, что и остальных трех показателей. Различная размерность выбранных показателей также затрудняет сравнение их абсолютных величин, поэтому показатели St , K_{ch} и $1/BI$ были выражены в процентах от их максимальных значений. Для оценки качества вод большое значение имеет отнесение вод к классам определенного качества. Шкала любого показателя качества воды подбирается экспериментально на конкретных водоемах [7].

1.4 Донные беспозвоночные в питание рыб

По характеру питания к хищным рыбам Сибири относятся таймень, ленок, арктический голец, нельма, щука и судак – в качестве основной пищи они поедают других рыб. Нехищные рыбы Сибири питаются беспозвоночными гидробионтами и, частично, водными растениями и детритом.

Молодь всех рыб Сибири наряду с организмами зоопланктона, питается в той или иной степени и фитопланктоном. Молодь хищных рыб очень быстро переходит на энергетически более выгодное для них питание сравнительно крупными беспозвоночными бентоса и нектобентоса, а вскоре – и на питание рыбами. В пищевом рационе нехищных рыб роль зоопланктона и фитопланктона велика и может быть заметной и во взрослом состоянии, особенно зоопланктона. Рыбы, которые питались бы в течение всей жизни только организмами планктона в сибирской ихтиофауне отсутствуют. Причины этого - слабое развитие в водоемах Сибири, особенно поздней осенью и зимой, гидробионтов данной экологической группы. Практически все виды рыб Сибири потребляют в пищу широкий набор кормов и являются по существу эврифагами. Связано это с относительно

невысоким разнообразием и развитием (численностью и биомассой) в водоемах Сибири беспозвоночных гидробионтов [26].

В водоемах Сибири пресноводные моллюски являются главнейшим пищевым компонентом у большинства сиговых рыб – бентософагов и даже у некоторых планктонофагов (у пеляди). По сравнению с другими видами рыб в пище сиговых моллюски преобладают и по видовому разнообразию, и по общей численности особей.

Сиг-пыжьян – *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin). Сиг также относится к типичным бентософагам, и главными компонентами его пищи являются моллюски и хирономиды. Преобладание в пищевых комках рыб определенной группы бентосных животных зависит от типа водоемов, в которых нагуливается сиг, и от количественного развития в них представителей этой группы беспозвоночных. В пределах Субарктики и Арктики Сибири в речных водах в питании сига моллюски являются основным кормовым объектом. Так, в бассейне нижней Оби вес моллюсков в пищевых комках из желудков сигов достигает 89.5 %, а их численность – 70.5 %. У отдельных особей сигов в желудке встречается до 543 экз. моллюсков. В бассейне Енисея в пище сига на долю моллюсков в среднем по весу приходится 68.9 %, а по численности – 68.8 %. Общая встречаемость моллюсков в пище сига составляет 61.7 % [11].

Чир – *Coregonus nasus* (Pallas). По характеру питания чир является типичным бентософагом. В его питание входит до 10 групп донных организмов, но главными являются личинки хирономид и моллюски. Распространен по всему бассейну р. Хатанги, от истоков р. Хеты до залива, в реках: Гусихе, Попигае, Жданихе, Утолик и др. Широко известен в озерах. Весной наблюдается кормовая миграция чира из озер в притоки, а со спадом весенних вод он возвращается в озера. В Хатангской губе в летний период пища чира состоит из личинок тендипедид, олигохет, моллюсков, амфипод, личинок насекомых и водной растительности. Сеголетки, достигшие к осени 120–160 мм, полностью переходят на питание личинками хирономид. У рыб

старших возрастов спектр питания расширяется, и уже очень большую роль в их питании играют моллюски. У трех, четырехлетков чира в пищевых комках преобладают личинки хирономид, а моллюски составляют от 18 до 50 % по весу, значительно уступая им по численности [11,18].

В камчатских водотоках, где зоопланктон отсутствует, а быстрое течение и плотные каменисто-галечные грунты ограничивают доступность макрозообентоса, важнейшим источником питания молоди лососей являются донные беспозвоночные, мигрирующие в толще воды. Питание дрифтом описано у молоди большинства видов лососевых, обитающих в горных и предгорных реках. Питание эпибентосом преобладает только у личинок и мелких мальков – сеголеток, которые держатся в небольших мелководных заводях вдоль береговой линии, а также у молоди в мутных реках. О роли дрифта как кормовой базы лососевых свидетельствует сходство спектров и ритмов питания рыб со структурой и динамикой дрифта как в течение суток, так и в сезонном аспекте.

Обширный материал, собранный в бассейне р. Большой, свидетельствует о значительном сходстве питания кеты, нерки, чавычи и кижуча в период речного нагула. В середине июля оставшиеся на нагул в ключе сеголетки в среднем были на 18 %, а двухлетки – на 8 % крупнее молоди того же возраста, участвовавшей в скате. Такая существенная разница размеров молоди, пойманной за короткий промежуток времени, могла быть обусловлена развитым территориальным поведением, при котором более крупные особи вытесняют с нерестилищ мелких. За период наблюдений в питании разновозрастной молоди кижуча встречались практически все донные беспозвоночные, обнаруженные в ключе Карымайский. Исключение составляли личинки ручейников и тигрулид крупнее 18-20 мм, приуроченные к прибрежным скоплениям грубого детрита, а также моллюски – сферииды, относительно многочисленные в зарослях водяного мха. В «лососевом ключе», как и в водотоках других типов, основным кормом разновозрастной молоди являлись хирономиды,

причем с марта по октябрь молодь охотно поедала не только личинок и куколок, но и имаго. Увеличение обеспеченности рыб, в частности молоди лососей, легкодоступным кормом в период вылета и роения имаго амфибиотических насекомых – широко распространённое явление [32].

Питание наиболее многочисленных и широко распространенных видов рыб в лососевых реках Урала и Тимана – сига-пыжьяна, европейского хариуса и молоди семги – в настоящее время изучено достаточно полно. Действительно, состав пищевого рациона основных видов рыб, населяющих лососевые реки региона, весьма разнообразен: установлены организмы бентоса, рыбная и растительная пища, воздушные насекомые.

В пище половозрелого сига лососевых рек Северного Урала и Тимана доля бентоса составляет 75 -100% от массы комка. Основу пищевого рациона определяют доминирующие в лососевых реках исследованных регионов донные организмы, роль которых меняется в зависимости от сезона года. Отмечено большое содержание моллюсков в пище сига из рек Северного Урала.

Основу пищи этих видов рыб составляет бентос, в большей степени зообентос, в меньшей – фитобентос. Кроме тардиград и речного рака, все зарегистрированные в бентосе группы беспозвоночных используются в пищу хариусом и молодью семги. Основу пищевого рациона этих видов рыб в лососевых реках с низкой минерализацией воды составляют представители амфибиотических насекомых: отряды поденок, веснянок, ручейников и двукрылых, изменение доли которых по числу особей и массе носит сезонный и межгодовой характер. В реках с повышенной и высокой минерализацией воды хариус в летний период в качестве основного объекта питания использует моллюсков. В пище хариуса и молоди семги лососевых рек Урала и Тимана помимо часто встречающихся и доминирующих донных организмов (поденок, ручейников, двукрылых, моллюсков) отмечены и редкие группы бентоса, такие как волосатики, пиявки, которые в соответствии с современными системами питания и пищеварения могут

оказаться источником ряда незаменимых аминокислот, витаминов и биологически активных веществ. Что касается растительной пищи, то ее содержание по массе в летний период иногда составляет в среднем 12-15 % рациона хариуса и молоди семги. Структурные полисахариды растительной пищи квалифицировались как не нужный для организма балласт, и лишь в последние годы установлено их жизненно важное значение как субстрата для эндофлоры и ключевого звена для формирования потоков вторичных нутриентов [34]. По характеру питания рыбы, обитающие в Ангаре, подразделяются на бентофагов, эврифагов и хищников. Большинство видов рыб, как и в других крупных речных системах, являются преимущественно бентофагами. К ним относится осетр, сиг, хариус, тугун и стерлядь [28].

Интенсивность питания хариуса р. Енисей в течение года очень высокая. Всего в желудках хариуса отмечено 13 компонентов животного происхождения: *Gastropoda*, *Myriapoda*, *Annelida*, *Amphipoda*, *Calanoida*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Odonata*, *Trichoptera*, икра рыб, а также семена высших растений, древесные остатки, крупные песчинки, составляющие основу домиков ручейников, единично более крупные камни и фрагменты полиэтилена. Амфиподы и личинки ручейников в пищевом комке хариусов доминируют по массе, составляя в совокупности более 90 % в течение большей части года. Только в июне существенное значение в питании приобретают двукрылые -18,2 %, в остальные месяцы несмотря на относительно высокие значения частоты встречаемости их массовая доля невелика [13].

Обской чир зимой, так же как и сиг-пыжьян, нагуливается в южной части Обской губы. Основная часть сига пыжьяна проводит зиму в южной части Обской губы, однако зона его обитания распространяется и на среднюю часть Обской губы до мыса Лебединого. Пищевыми организмами являются в основном моллюски (*Sphaerium*, *Pisidium*, *Valvata*), личинки тендипедид, гаммарусы [19].

Специализированных исследований чира в бассейне Хатанги долгое время не проводилось. В бассейне р.Хатанги этот вид распространен повсеместно, но наибольшие концентрации отмечены в пойменных и материковых озерах левобережья рек Хатанги и Хеты. По характеру питания взрослый чир относится к бентофагам – питается организмами дна, основу пищи составляют моллюски (до 94% от массы пищевого комка). Личинки подёнок, хирономид и другие компоненты занимают незначительную часть в пищевом комке рыб. Спектр питания чира в бассейне р. Хеты представлен б-ю компонентами: моллюски, ручейники, хирономиды, мокрецы, олигохеты и высшая водная растительность [35].

Глава 2. Материалы и методы

2.1. Географическая характеристика района

Р. Хатанга (227 км) образована слиянием рек Хеты (604 км) и Котуя (1409 км), в Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе. Водосборная площадь бассейна составляет 364 тыс. км². Речная сеть бассейна хорошо развита. Наиболее крупные водотоки бассейна Хатанги - реки Мойеро (825 км), Куотуйкаан (447), Боганида (366), Маймеча (650), Большая Балахня (532), Попигай (532), Фомич (393 км). В бассейне имеется большое количество (свыше 100 тыс.) пойменных и материковых озер, свыше 80 % озер. Большинство озер небольшие по площади (менее 1 км²). Наиболее крупные озера - Лабаз (470 км²), Портнягино (376), Кунгасалах (270), Ессей (238), Кокора (162), Тонское (102 км²).

Река Хатанга расположена в зоне вечной мерзлоты, в условиях сурового климата Заполярья. По данным Гидрометслужбы среднегодовая температура воздуха минус 14,4°, средне июльская 13,9°, январская минус 33,7°. Зимой температура падает до минус 50°, а летом поднимается до плюс 30°. В году до 270 суток с отрицательными температурами и около 95 с положительными. Осадков в году выпадает до 180 мм. Ветры дуют почти

постоянно, преобладают северо-восточные и юго-западные. Осенью часты штормовые ветры со скоростью до 24 м/сек.

Долина Хатанги шириной 20 км, правый берег коренной, высотой до 40м, левый низменный, заливной, с отдельными возвышенностями до 12м. В пойме реки, особенно в ее среднем и нижнем течении, много островов и протоков. Острова наносные, поросшие, кустарниковой и травянистой растительностью. Основная масса островов находится в дельте, где русло разбивается на несколько протоков, в основном мелководных. В губе острова располагаются вдоль левобережья, а основное русло, шириной около 7-8 км, свободно от них. Профиль дна Хатанги неравномерный, отмельные места чередуются с значительными глубинами [17].

2.2. Методика отбора и обработки проб зообентоса

Отбор проб зообентоса проводили в р. Хатанга (рис.1) в районе мыса Кульча (станция №1), п. Сындасско (станция № 2), малая Балахия (Станция № 3), мыса Попигай (станция № 4), п. Новорыбное (станция № 5), п. Кресты (станция № 6) в 3 повторностях в августе 2015г. Пробы отбирали на глубине 1-5 м. Отбор проб осуществлялся дночерпателем Петерсона (площадью облова 0,025 м²). С помощью дночерпателя Петерсона грунт извлекали со дна, затем промывали. Для промывки использовали мельничный газ № 24. Всего было отобрано 27 проб.

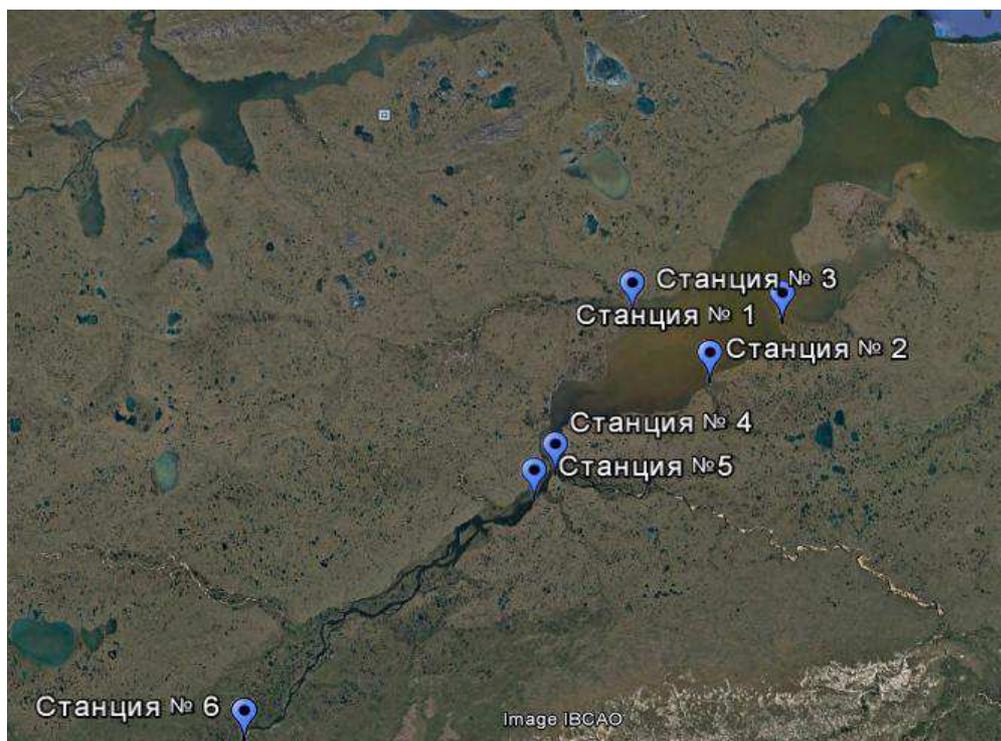


Рисунок 1 - Карта станций исследования р. Хатанги (Рисунок взят с электронного ресурса <https://www.google.com.earth>)

Взятую пробу помещали в полиэтиленовый пакет, который снабжали этикеткой, с указанием станции водного объекта. Взятые пробы подвергались первичной обработке. Организмы из проб отбирались пинцетом в белой эмалированной кювете и помещались в склянку с 70% спиртом. Отобранные организмы помещали во флакон емкостью 10мл, на данный флакон помещали этикетку с указаниями даты взятия пробы, номер станции, водный объект, характер грунта, температуру воды. Разбор и обработку проб проводили по руководству методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [3].

Для фаунистического анализа зообентоса использовались следующие определители: по личинкам ручейников - Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [21], по личинкам поденок, веснянок и двукрылых – Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [24]. По остальным группам донных животных - Определитель пресноводных беспозвоночных

Европейской части СССР [22]. Донных беспозвоночных взвешивали на торсионных весах - WT-500.

Для анализа сходства видовой структуры бентосных сообществ использовался коэффициент Серенсена–Чекановского [33]:

$$K = \frac{2c}{(a+c)+(b+c)}, \text{ где}$$

а - число видов, встречающихся только в первой пробе, в - число видов, встречающихся только во второй пробе, с - число видов, встречающихся в обеих пробах.

2.3. Методика разбора проб желудочно-кишечного тракта рыб

Фиксированный материал предварительно отмывают от 4 % формальдегида. Перед вскрытием желудочно-кишечный тракт очищают от обрывков внутренностей и жира. Измеряют длину тракта, отмечают отделы: у желудочных рыб – пищевод, желудок, кишечник у безжелудочных – передний, средний, задний.

Данные с этикетки пробы рыб и биологического анализа заносят в карточки обработки материалов по питанию рыб.

Отделы пищеварительного тракта отрезают, помещают в отдельную чашку Петри, вскрывают и отличают степень наполнения каждого отдела по шкале 0 до 5. Полученные данные записывают в соответствующий графе карточки трехзначной цифрой, например, 123, что означает: наполнение пищевода – 1, желудка – 2, кишечника – 3, у желудочных рыб или первого (переднего), второго (среднего) и третьего (заднего) отделов – у безжелудочных.

Содержимое каждого отдела взвешивают, просматривают под микроскопом, определяя вид пищи и степень, ее сохранности по следующей схеме: 1 – организмы хорошей сохранности, 2 – слегка переваренная пища, 3 – полупереваренная пища, 4 – сильно переваренная пища, 5 –

неопределенная масса. Данные качественного и количественного анализа пищевого комка заносят в карточки обработки в соответствующие разделы.

У бентофагов из пищевого комка выделяют крупные объекты и взвешивают их на технических или торсионных весах, а для учета мелких берут небольшую навеску, определяют, просчитывают все компоненты и соответственно реконструируют их вес. Таким образом, в результате первичной обработки для каждой рыбы отдельно получаем данные биологического анализа, вес пищевого комка, список компонентов, вес или отдельных компонентов, или по группам [10].

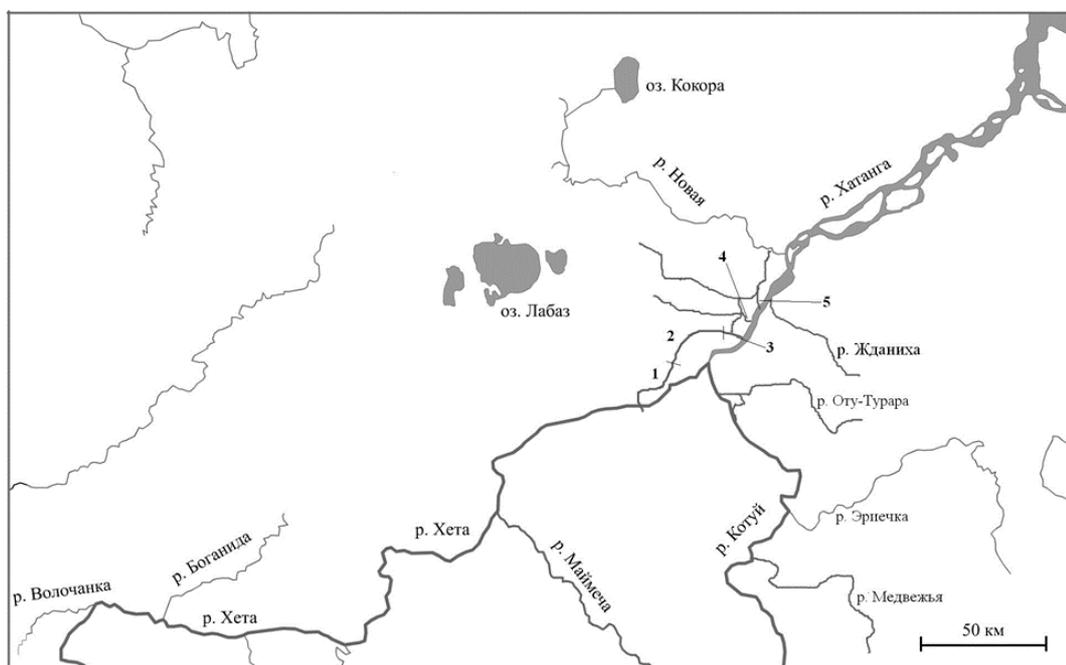


Рисунок 2 - Станции отбора проб рыб на питания (по данным Будина Ю.В.)

Материал по питанию сига – пыжьяна и чира собирали в августе-сентябре 2015-2016 гг. в р. Хатанга и её протоках – Тундровая (Станция 1), Пионерка (Станция 2), Ямкинская (Станция 3), Кулемы (Станция 4 - 5). Время сбора вторая декада сентября. Район исследования 20-25 км от истока р. Хатанга, протоки Тундровая, Пионерка, Ямкинская, Кулемы. Отлов рыб проходил при температуре воды от 3 °С до 10 °С. В качестве орудий лова использовались ставные сети ячеей 45-60 мм, закидные невода длиной от 70 до 150 м, высотой 1,5 - 5 м и размером ячеи в крыльях и мотне 10 мм. Забросы невода проводили в вечернее время с 20:00 до 00:00 ч. Проверка

ставных сетей проводили в дневное время суток. Всего обработано 18 проб желудочно кишечного тракта рыб, 10 проб желудочно кишечного тракта сига – пыжьяна и 8 желудочно кишечного тракта чира.

Выводы

- В составе бентафауны р. Хатанга отмечено 8 видов, из них гаммарусов, моллюсков, олигохет - по 2 вида, пиявок и хирономид - по одному виду. Видовое разнообразие зообентоса по районам исследования варьировало не значительно (1 – 4 таксонов). Структурообразующий комплекс бентофауны р. Хатанга представлен олигохетами р. *Limnodrilus*, хирономидами - *Paracladopelma camptolabis*, амфиподами *Pontoporeia affinis* и *Onisimus birulai*. Сходство видового состава зообентоса по коэффициенту Серенсёна - Чекановского в р. Хатанга отмечено между станцией №1 и станцией № 4, станцией № 2 и станцией № 3, станцией № 4 и станцией № 5 ($K_{sc}=0,5 - 0,7$).

- За период исследования средняя численность донных беспозвоночных составила 60 ± 23 экз/м², биомасса – 148 ± 80 мг/м². Максимальная плотность зообентоса (160 ± 61 экз/м², 720 ± 372 мг/м²) зарегистрирована в районе станции № 3, минимальная (13 ± 13 экз/м², 4 ± 4 мг/м²) - в районе станции № 6. По плотности во всех районах исследования доминировали разные представители донной фауны.

- Анализ содержимого кишечника сига - пыжьяна и чира, показал, что в их пищевом комке (как и в бентосе) доминировали моллюски, при этом их доля варьировала в пределах 52 % - 98% от массы пищевых комков. По классификации Ю.А.Шустова р. Хатанга имеет низкий уровень корма. Таким образом, на исследованных участках реки Хатанга существуют неблагоприятные кормовые условия для питания сига - пыжьяна и чира.

Список использованных источников.

1. Абакумов В.А, Л.Г. Буторина, О.М. Кожова. Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям // Гидрометеоиздат, 1981. С. 117-136
2. Алексеев В.В., Куракина Н.И, Желтов Е.В, Шишкин А.И, Епифанов Е.В, Антонов И.В. Система расчета нормативов допустимого воздействия на водные объекты в среде ГИС // ArcReview, № 4 (51), 2009, С. 9 - 11.
3. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений // Ленинград Гидрометеоиздат, 1983. – 240 с.
4. Андрианова А.В. Динамика развития Енисейского зообентоса в нижнем бьефе Красноярской ГЭС. Вестник Томского государственного университета. Биология, 2013. №1 (21). С. 74-88
5. Безматерных Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири. Рос. Акад. наук, Институт вод. и экол. проблем. – Новосибирск, 2007. – 96 с.
6. Брем А. Жизнь животных / А.Брем; коммент. А.В.Антропова, А.О. Касумяна, Е.А. Дунаева и др.- М.: АСТ: Астрель; 2011. – 770 с.
7. Балущкина Е.В. Применение интегрального показателя для оценки качества вод по структурным характеристикам донных сообществ/Санкт-Петербург 1997. С. 266-292.
8. Балущкина Е.В. Структура сообществ донных животных, и оценка экологического состояния р. Ижоры. Влияние гидрофизических и гидрохимических параметров воды на структурные характеристики донных сообществ донных животных // Биология внутренних вод, 2003. С. 74-80.
9. Балущкина Е.В. Оценка состояния эстуария реки Невы в 1994-2005гг. По структурным характеристикам сообществ донных животных// Биология внутренних вод, 2009. С. 91-130.

10. Вышегородцев А.А. Краткий словарь ихтиолога. Учеб. пособие: - КрасГу, Красноярск, 2002. – 230 с.
11. Долгин В.Н. Пресноводные моллюски в питание рыб Сибири. Вестник ТГПУ, 2009. – 117 с.
12. Жадин В.И. Общие вопросы, основные понятия и задачи гидробиологии пресных вод // Жизнь пресных вод. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, Т. III. С. 7-112
13. Зуев И.В., Семенова Е.М., Шулепина С.П. Питание хариуса *Thymallus* sp. в среднем течении р. Енисей. Journal of Siberian Federal University, Красноярск, 2011. С. 281- 292.
14. Иванова Н.А. Сторчак Т.В. Экология водных экосистем. Департамент образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа - Югры. - Нижневартовск: Нижневартовский государственный гуманитарный университет, 2008. – 286 с.
15. Константинов А.С. Общая гидробиология: учебник для студентов биологических специальностей Вузов. - 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.
16. Курашов Е.А. Литоральная зона Ладожского озера. Институт озероведения РАН, 2011. С. - 284
17. Лукьянчиков, Ф.В. Рыбы и кормовые ресурсы бассейнов рек и водохранилищ Восточной Сибири; СибНИИРХ. – Красноярск, 1967. – Т. 9. – С. 11– 93.
18. Лукьянчиков Ф.В. Сиговые рыбы бассейна р.Хатанги. Иркутский государственный университет Жданова А.А., Иркутск, 1963. - 20 с.
19. Матковский А.К. Экологическое обоснование создания рыбохозяйственной заповедной зоны и снижения антропогенной нагрузки на экосистему Обь-Тазовской Устьевой области. Вестник рыбохозяйственной науки т.1, №2, г.Тюмень, 2014. С. 12 - 26.

20. Назарова Л.Б, В.Ф. Семенов, Р.М. Сабиров. Состояние бентосных сообществ и оценка качества воды Чебоксарского водохранилища // Водные ресурсы, том 31, 2004. С. 347 – 353.
21. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. Цаллолихина С.Я. Т. 3. – СПб. ЗИН РАН, 1997. – 764 с.
22. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон, бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.
23. Особенности формирования и распределения макрофитов и зообентоса на различных типах грунта в Северном Каспии // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2011. № 2; С. 69 – 73.
24. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. Цаллолихина С.Я. Т. 4. – СПб.: ЗИН РАН, 1999. – 1000 с.
25. Потемкина Т.В. Структура, количественные показатели зоопланктона и зообентоса верхнего течения р. Лена и его водоемов. Иркутский государственный институт, 2013. С. 313 – 329.
26. Попов П.А. Классификация рыб Сибири по некоторым параметрам их экологии. Электронный научный журнал «Исследовано в России», 2007. С. 1131- 1160.
27. Попченко В.И. Использование сообществ донных беспозвоночных в биомониторинге пресных вод // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, №2. 1999; С. 212 – 217.
28. Понкратов С.Ф. Перспективы рыб хозяйственного использования Богучанского водохранилища. Вестник рыбохозяйственной науки т.1 № 3, г. Улан-Удэ, 2014. С. 29 – 40.
29. Салтанова, Н.В. Продольное распределение и сезонная динамика макрозообентоса реки Кадалинки // Вестник КрасГАУ. 2009. №11; С. 222 - 227.

30. Семенченко В.П, В.И. Разлуцкий. Экологическое качество поверхностных вод. Издательский дом «Белорусская наука», 2011. - 329 с.
31. Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса // Водные ресурсы, 2002. С. 337–342
32. Чебанова В.В. Бентос лососевых рек Камчатки. Издательство ВНИРО, Москва, 2009. – 50 с.
33. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Лен. Гос. Ун-та, 1984. – 286 с.
34. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. -СПб.: Наука, Санкт –Петербург, 2006. – 401 с.
35. Шадрин Е.Н., Заделенов В.А. Чир *Coregonus nasus* (Pallas, 1776) водоемов Красноярского края. Вестник КрасГАУ, Красноярск, 2007. С 133 – 139.
36. Шустов Ю. А. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 1983. – 152 с.