

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр детского творчества «Ровесник»
Пермский край, Чусовской городской округ
Объединение «Лесоведение», школьное лесничество «Ёлочки»

Номинация: «Экологический мониторинг»

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НЕРЕСТОВЫХ ВОДОЁМОВ
УГЛОЗУБА СИБИРСКОГО, ЗАНЕСЁННОГО В КРАСНУЮ КНИГУ
ПЕРМСКОГО КРАЯ**

Автор работы:
Казакова Екатерина Сергеевна, 9 класс
учащаяся МБОУ «Гимназия»,
МБУ ДО «ЦДТ «Ровесник»
с/п «СЮН»;
Научный руководитель:
педагог МБУ ДО «ЦДТ «Ровесник»
с/п «СЮН»
Терехова Наталья Юрьевна
Консультант:
педагог МБУ ДО «ЦДТ «Ровесник»
с/п «СЮН»
Веприкова Ольга Ивановна

г. Чусовой, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА	6
1.1. Охрана видового разнообразия	6
1.2. Особенности биологии и экологии Углозуба сибирского	7
1.3. Распространенность, численность и меры охраны	8
2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	9
2.1. Методы и методика исследования	9
2.2. Физико-географическая характеристика района и объекта исследования	10
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	12
3.1. Исследования 2016 – 2019 гг.	12
3.1.1. Изучение асимметрии шнуров в кладках	12
3.1.2. Наблюдение за изменением уровня воды в водоёмах	13
3.2. Исследования 2020 года	13
3.2.1. Органолептические показатели воды из нерестовых водоёмов	13
3.2.2. Гидробиологические исследования	14
3.2.3. Таксономический состав зообентоса нерестовых водоёмов	14
3.2.4. Оценка качества водной среды на основе биотического индекса	15
3.2.5. Проведение природоохранных мероприятий	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	18
ПРИЛОЖЕНИЕ	19

ВВЕДЕНИЕ

"От воды всё в мире живо, жизнь – это одушевленная вода»
Леонардо да Винчи

Вода - важнейший минерал на Земле, который нельзя заменить никаким другим веществом. Она составляет большую часть любых организмов, как растительных, так и животных, в частности, у человека на её долю приходится 60-80% массы тела. Вода является средой обитания многих организмов.

Наиболее уязвимыми элементами являются обычно охраняемые виды растений и животных, чья жизнь связана с водой. Для их сохранения необходимо проведение мониторинговых исследований за состоянием их популяций, динамике их численности, занимаемой ими территории, особенностей их обитания в разных растительных сообществах; оценивать степень воздействия негативных факторов на популяции и продолжительность последствий негативного влияния (Горчаковский, Зуева, 1984; Заугольнова и др., 1988).

При обследовании водоёмов, находящихся в квартале №5, выделе 14 городских лесов г.Чусового, Красных Евгением в 2015 году были обнаружены личинки Углозуба сибирского *Salamandrella keyserlingii*, занесенного в Красную книгу Среднего Урала (1996) и в Красную книгу Пермского края (2018), как редкое животное 3 категории.

Углозуб сибирский является индикатором чистоты водоёмов, характеризуется высокой чувствительностью к трансформации среды, при этом в неблагоприятных условиях повышается асимметрия кладок (по числу икринок в левых и правых шнурах). Начиная с 2017 года, аномальность кладок составляла от 44% до 94%, что значительно превышает литературные данные и свидетельствует о неблагоприятном состоянии окружающей среды. Так же было обращено внимание на изменение размеров водоёмов, цвет воды и численность взрослых особей земноводного, которая не увеличивается.

Периоды и этапы исследования: 2014 - 2019 годы

2014 – 2019 год, наступление периода размножения;

2016 – 2019 год, подсчёт икринок в кладках;

2013 – 2019 год, изменение уровня воды в водоёмах.

Начиная с 2016 года, мы заметили изменение цвета воды в водоёмах, гибель икры и уменьшение количества сеголеток. Необходимо было установить причины такого явления и принять меры по сохранению популяции редкого животного, поэтому тема исследования является **актуальной**.

Проблема: почему численность взрослых особей в популяции не увеличивается и количество выживших личинок Углозуба с каждым годом становится всё меньше?

Гипотеза: в нерестовых водоёмах действуют определённые факторы, в которых личинки не выживают.

Объектом исследования являются водоёмы обитания Углозуба сибирского, а **предметом** исследования определение факторов, влияющих на численность личинок.

Цель: исследование экологического состояния водоёмов местообитания и нереста Углозуба в городских лесах г. Чусового и определение факторов, влияющих на численность и выживание личинок.

В задачи исследования входило:

1. Изучить специальную литературу и методику по теме исследования;
2. Отобрать пробы воды и зообентоса, провести их лабораторную обработку;
3. Провести природоохранные мероприятия по очистке водоёмов с привлечением подшефной организации;
4. На основании анализа полученного материала сделать выводы.

Личный вклад авторов состоит в том, что на всех этапах исследования и проведения природоохранных мероприятий они принимали непосредственное участие. Сбор данных, обработка полученных результатов, фотографирование, выполнялись лично авторами.

Объем и структура работы. Исследовательская работа включает в себя: введение, 3 раздела, заключение, список использованных источников, приложение. Работа изложена на 25 страницах, содержит 29 рисунков, 6 таблиц. Список использованных источников состоит из 15 наименований.

Научная новизна работы состоит в том, что в научной литературе не описаны результаты об аномальности (одинарных) кладок.

Практическая значимость работы состоит в том, что проведены мониторинговые исследования за состоянием популяций углозуба сибирского

Автор благодарит педагога «ЦДТ «Ровесник» Ольгу Ивановну Веприкову за помощь в определении видового названия зообентоса, учащихся школьного лесничества «Ёлочки» и работников ГБУ «Чусовской лесхоз», отдел по защите окружающей среды Чусовского городского округа за помощь в проведении природоохранных мероприятий.

1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

1.1. Охрана видового разнообразия

Проблема сохранения уникального разнообразия обитающих на земле живых организмов была поставлена в 1948 году международным союзом охраны природных ресурсов (МСОП). Под эгидой МСОП начали составляться списки исчезающих видов, нуждающихся в охране. В целях правового обеспечения охраны диких животных и дикорастущих растений в 1996 году в Пермской области постановлением губернатора №227 была учреждена региональная Красная книга. Вслед за которым в этом же году последовало издание Красной книги Среднего Урала (Свердловская и Пермская области) (1996) [5].

Внесенные в Красную книгу Российской Федерации и Красные книги субъектов РФ редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды фауны и флоры, относятся к природным ресурсам федерального значения, и подлежат охране и изъятию из хозяйственного пользования на всей территории РФ.

Основанием для внесения в Красную книгу РФ и Красные книги субъектов РФ редкого или находящегося под угрозой исчезновения животного, растения или гриба, а также для изменения его статуса (категории редкости) служат данные об опасном сокращении его численности и (или) ареала, о неблагоприятных изменениях условий существования этого вида.

В Красной книге Пермского края для объектов животного и растительного мира приняты три категории редкости, практически полностью соответствующие первым трём категориям, используемым в Красной книге Российской Федерации:

I – находящиеся в критическом состоянии (под угрозой исчезновения): объекты животного и растительного мира, численность и ареал которых сократились до критического уровня, а места обитания находятся в состоянии высокого риска утраты;

II – находящиеся в опасном состоянии (сокращающиеся в численности): объекты животного и растительного мира с неуклонно сокращающейся численностью, которые при дальнейшем воздействии факторов, снижающих численность, могут попасть в категорию находящихся в критическом состоянии (под угрозой исчезновения);

III – уязвимые (редкие): объекты животного и растительного мира с естественно низкой численностью, встречающиеся на ограниченной территории (акватории) или спорадически распространенные на значительных территориях (акваториях), для выживания которых необходимо принятие специальных мер охраны (Красная книга Пермского края, 2008-2018) [4] (Рис.1).

Перечень объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Пермского края							
№ п/п	Категория редкости	Название	Латинское название	Семейство	Отряд	Класс	Полюс
1	2	Кеангонкс Хюбникова	<i>Craugonyx hübnerei</i> Borutzky, 1928	Креветкообразные - Craugonyxidae	Бесотделные - Amphipoda	Ракообразные - Crustacea	Бесполовые животные
2	3	Южноуральский гаванцуд	<i>Allohogna angolensis</i> (Laxman, 1770)	Паукообразные - Lycosidae	Пауки - Aranei	Паукообразные - Arachnida	Бесполовые животные
3	3	Алтайская куниурская	<i>Alpescosa kangulica</i> Bayanin, 1998	Паукообразные - Lycosidae	Пауки - Aranei	Паукообразные - Arachnida	Бесполовые животные
4	2	Обыкновенный аполлон	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	Парусники - Papilionidae	Чешуекрылые (Бабочки) - Lepidoptera	Насекомые - Insecta	Бесполовые животные
5	3	Стерлядь	<i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, 1758	Осетровые - Acipenseridae	Осетрообразные - Acipenseriformes	Костные рыбы - Osteichthyes	Позвоночные животные
6	1	Обыкновенный таймень	<i>Hucho taimen</i> (Pallas, 1773)	Лососевые - Salmonidae	Лососеобразные - Salmoniformes	Костные рыбы - Osteichthyes	Позвоночные животные
7	3	Сибирский углозуб	<i>Salamandrella keyserlingii</i> Dybowsky, 1870	Углозубые - Uroelabidae	Хвостатые - Caudata	Земноводные - Amphibia	Позвоночные животные
8	3	Обыкновенная ямалка	<i>Caronella zuzbica</i> Laurenti, 1768	Ужобразные - Colubridae	Чешуйчатые - Squamata	Пресмыкающиеся - Reptilia	Позвоночные животные
9	3	Кеангозобая гагага	<i>Gavia stellata</i> (Pontoppidan, 1763)	Гагаровые - Gaviidae	Гагарообразные - Gaviiformes	Птицы - Aves	Позвоночные животные
10	3	Европейская чернозобая гагага	<i>Gavia arctica arctica</i> (Linnaeus, 1758)	Гагаровые - Gaviidae	Гагарообразные - Gaviiformes	Птицы - Aves	Позвоночные животные
11	2	Кеангозобая поганка	<i>Podiceps griseus</i> (Linnaeus, 1758)	Поганковые - Podicepsidae	Поганкообразные - Podicepsiformes	Птицы - Aves	Позвоночные животные
12	3	Большая ямалка	<i>Batalia stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	Цетомые - Ardeidae	Цетоморфные - Ciconiiformes	Птицы - Aves	Позвоночные животные

Рис.1 Выписка из Красной книги Пермского края (2018)

1.2. Особенности биологии и экологии углозуба сибирского

Сибирский углозуб, или четырёхпалый тритон (*Salamandrella keyserlingii*) — хвостатое земноводное (тритон) из семейства углозубов. Размеры взрослых достигают 12—13 см, из которых меньше половины приходится на хвост (у самцов он длиннее, чем у самок). Наиболее активны они в сумерки и ночью, когда питаются наземными животными: червями, легочными моллюсками, насекомыми. Днём они скрываются под упавшими деревьями, в пнях, под лесной подстилкой. Он имеет широкую, приплюснутую голову, сжатый с боков, но лишенный кожистых плавниковых складок хвост. Окраска серо-коричневая или буроватая с мелкими пятнышками и более светлой продольной полосой на спине (**приложение 1**) [13].

Зимуют углозубы на суше, чаще в гниющих стволах упавших деревьев, используют они и всевозможные трещины и щели в почве. Во время спячки сибирские углозубы впадают в анабиоз, во время которого его организм практически не функционирует. Предварительно печень углозуба синтезирует количество глицерина, равное 37 % массы его тела, что позволяет переносить низкие температуры. Весной, как только сходит снег, углозубы идут в воду для размножения.

Икрометание при температуре воды от +14° до +18°. Кладка — на коряге или водном растении. Средняя плодовитость 140 – 160 яиц. Продолжительность жизни до 9 лет. Развитие икры — до 4 недель. Примерно столько же развиваются личинки. На сушу выходят в августе, достигнув длины 30—40 мм. Половозрелость наступает на 3 году жизни [13].

1.3. Распространенность, численность и меры охраны

Сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*) встречается на Камчатке, Чукотке, Сахалине, Курильских островах, в Японии, Северо-

Восточном Китае и Корее, Сибири, Урале. Известен в республиках Коми и Марий Эл, Архангельской, Нижегородской, Пермской, Кировской областях Европейской части России. Единственный вид земноводных, хорошо приспособленный к жизни в зоне вечной мерзлоты. Молодые углозубы переносят в эксперименте переохлаждение до -6° . Тесно связан с таёжными лесами и в тундру проникает только по пойменным лесам.

На востоке Европейской части России наиболее уязвимым видом земноводных является сибирский углозуб *Salamandrella keyserlingii* Dübowski, 1870, который включен в Красную книгу Пермского края и других регионов. Основным лимитирующим фактором является разрушение местообитаний, загрязнение и преждевременное пересыхание нерестовых водоемов (Соловьев, 2001; Ушаков и др., 2003) а также малочисленность пригодных биотопов, загрязнение водоемов, обработка лесов ядохимикатами (Чибилев, Ищенко, 2005) [6].

В Пермском крае составляет менее 5% от всех земноводных, обнаружено всего 10 мест его обитания, найденная нами зарегистрирована как одиннадцатая.

Мерами охраны является ограничение отлова, запрет сброса в водоёмы промышленных и бытовых отходов [8].

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Методы и методика исследования

Исследования популяции углозуба сибирского проводились в квартале №5 выделе 14 пригородных лесов г.Чусового в течение 2015-2020 г.г.

2015 год. Определение видовой принадлежности икры земноводных и предварительных границ местообитания вида, наблюдение за особенностями поведения, изменением количества воды в водоемах.

2016 - 2019 год. Повторное обследование местонахождения углозуба сибирского, учет численности, проведении измерения температурного режима воды, подсчета количества кладок, икрыных шнуров и яиц в шнурах. Проводили фотографирование, вели записи в полевом дневнике.

2020 год. Отбор пробы воды и зообентоса, разбор проб (**приложение 2**).

Проведение природоохранных мероприятий: очистка и частичное углубление дна водоёмов, размещение аншлага (**приложение 10**).

При анализе ассиметрии кладок у углозуба использовали методику Верещагина Н.К.(1990), которая заключается в подсчете икринок в левом и правом шнуре [7].

Методика исследования морфометрических и гидрологических параметров водоёмов. Измерение глубины водоёма проводили в местах взятия проб специальной линейкой. Измерение температуры воды производили с помощью водного термометра, который помещали в воду на 5 минут.

Пробы зообентоса в водоёмах отбирали в июле 2020 года (**приложение 2**). Были взяты пробы воды и зообентоса из ручья и Малого водоёма. При отборе проб использовали гидробиологический скребок, закреплённый на деревянном черенке. Пробы отмывались от грунта в скребке, прополаскивая его несколько раз в водоёме. Пробу помещали в пластмассовые ёмкости, заливали водой, делали надписи. В полевой дневник записывали информацию о дате взятия проб, месте взятия, наличия заросли, температуру воды.

В условиях самоизоляции материал разбирали дома в «живом виде». Зообентос помещали в пластиковые ёмкости и фиксировали спиртовым раствором (водка) крепостью 40°.

Качество воды определяли с учётом величины биотического коэффициента гидробионтов. Расчёт проводили по формуле $I_p = K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n$, средний коэффициент или биотический индекс $V_i = I_p / n$. (**приложение 4**).

При взятии и обработке проб использовали пособие М.С.Алексевниной (2003) «Методика сбора и обработки зообентоса водоёмов, и оценка их экологического состояния по биологическим показателям [1]

2.2. Физико-географическая характеристика района и объекта исследования

Чусовской район расположен на стыке Русской платформы и складчатого Урала. По мере продвижения с запада района на восток происходит увеличение возраста подстилающих пород.

Район расположен в бассейне р. Чусовой и ее притоков. Для территории района, находящейся западнее г. Чусового и долины р. Усьвы, характерен равнинный, волнисто - вогнутый рельеф, со слабо срезанными речными долинами, приобретающий более резкие формы в районе Чусовского залива Камского водохранилища. Восточную часть пересекают Западно - Уральские увалы, имеющие вид полого выровненных возвышенностей, с частыми карстовыми воронками и провалами на вершинах. Склоны увалов, выходящие к долинным участкам, часто осложнены длинными логами с крутыми склонами и глубоким днищем. Речные долины глубоко врезаны. Минеральные ресурсы: известняк, доломит, каменный уголь [9].

Климат региона можно характеризовать как умеренно континентальный с продолжительно холодной и многоснежной зимой и сравнительно коротким умеренно теплым летом. В январе максимальные и минимальные значения температуры воздуха в отдельные годы могут достигать +5 и -54⁰ С. На западе района среднегодовое количество осадков от 500 до 600 мм, на востоке – от 600 до 700 мм. Преобладающие ветры июля северо-западные и западные, января – юго-западные. Высота снежного покрова может достигать от 36 до 103 см. Зима в Уральском Прикамье устанавливается в первой декаде ноября и продолжается до конца марта. Резкая смена погоды влияет на развитие холонокровных животных, в том числе и на земноводных [9].

По геоботанической характеристике район относится к южной темнохвойной тайге; среди сибирских елей и пихт появляется широколиственная липа. Высота деревьев в первом ярусе достигает 22-25 м, а в некоторых местах 26-29 м. Под пологом деревьев развит подлесок лиственных кустарников [10].

Характеристика объекта исследования. Исследуемые водоёмы находятся в квартале №5 выдела 14 городских лесов г. Чусового. Тип леса: ельник-кисличник, имеется склон на северо-запад 5 %. Формула древостоя бЕ1Е2П1П, возраст древостоя - ель, пихта 96 -136 лет. Высота ели и пихты 20-24м. Травянистый покров состоит из кислицы, майника двулистного, сныти, звездчатки ланцетной, медуницы лекарственной, щитовника [11].

Водоёмы представляют собой канавы, заполненные талой и дождевой водой. Вокруг водоёмов растут деревья и кустарники, а рядом проходит тропа, по которой жители города идут в коллективный сад «Рябинка».

Водоёмы разные по размеру, глубина колеблется от 18 – 40см в разные времена года. В Большом водоёме, находящемся в тени, глубина зависит от

количества осадков. Оба водоёма соединяет ручей, его длина 9м, ширина 3, 5м.

Длина Малого водоёма 8м, ширина 4м, предполагаем, что к нему ближе подходят подземные воды потому, что в нём постоянно находится вода, после полудня он освещен солнцем **(приложение 3)**.

Наблюдения за размерами водоёмов проводили с 2013 года. Поскольку уклон местности нахождения водоёмов составляет 5%, то вода в Большом водоёме к середине лета перетекает по ручью в Малый водоём. В этом же водоёме после ухода воды растут луговые травы, преобладает лютик. В Малом водоёме преобладает осока, в дождливые годы (2013) вода сохранялась до осени.

В период размножения, который приходится на май месяц, Углозуб сибирский откладывает икру в ручье и Малом водоёме.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Исследования 2016 - 2019г.г.

3.1.1 Изучение асимметрии шнуров в кладках

По исследованиям Вершинина Н.Г. (1990), Сибирский углозуб характеризуется высокой чувствительностью к трансформации среды, при этом в неблагоприятных условиях повышается асимметрия кладок (по числу икринок в левых и правых шнурах). Неблагоприятные, ограничивающие условия жизни для углозуба – это загрязнение водоёмов, высокая антропогенная нагрузка, замусоривание участков нерестилищ, обработка лесов ядохимикатами.

С 2016 года вели наблюдения и отбирали кладки из Малого водоёма и ручья. Кладки, состоящие из шнуров, осторожно вылавливались сачком и выкладывались на доску, где и производили подсчет икринок в шнурах, затем кладки возвращали в водоём. Большинство кладок были прикреплены к водным растениям и веткам от деревьев, лежащих в воде.

В благоприятной среде обитания в кладках у углозуба наблюдается примерно одинаковое количество икринок в левом и правом шнурах. Из литературных источников мы узнали, что в среднем в кладке насчитывается 140 – 160 яиц, но может быть и от 14 до 170 штук. В 2016 году была найдена только одна асимметричная кладка, что составляет 6% от общего числа, всего обследовано 15 кладок.

В 2017 году было обследовано 28 кладок, из них только одна состоит из двух шнуров, остальные кладки аномальные и состоят из одного шнура. Большинство кладок свободно плавали в воде и не были прикреплены к субстрату. Аномальности составили 94%.

В 2018 году всего было найдено 39 кладок, что больше на 11, чем в 2017 году. 22 кладки состояли из двух шнуров, остальные 17 - из одного шнура (**приложение 5**). Одинарные кладки так же, как и в 2017 году свободно плавали в воде и не были прикреплены к субстрату. Аномальности составили 44%, что меньше, чем в 2017 году. На основании числовых значений таблицы 2 (**приложение 6**), составлена диаграмма (**приложение 6**).

В 2019 году всего было найдено 39 кладок, столько же, что и в 2018 году. 15 кладок состояли из двух шнуров, остальные 24 - из одного шнура (**приложение 5, 6**). Аномальности составили 62%, что больше, чем в 2018 году.

Увеличение количества асимметричных кладок свидетельствует о неблагоприятной среде нерестовых водоёмов Углозуба.

3.1.2 Наблюдение за изменением уровня воды в водоёмах

Наблюдения за изменением воды в водоёмах проводятся с 2013 года, когда в июле этого года мы переносили головастиков лягушки травяной из пересыхающего Большого водоёма в Малый. Из литературных источников мы узнали, что выход сеголеток углозуба сибирского на сушу происходит в

августе месяце. Лето 2016 года было сухое и жаркое, поэтому водоёмы к началу августа пересохли. Мы предполагаем, что личинки углозуба погибли. В таблице 3 (**приложение 7**) показаны результаты наблюдений за размерами водоёмов с 2013 – 2019 год.

Литвинов Н.А. и соавторы (2010) считают, что «основная причина сокращения кладок Углозубов вызвана не загрязнением, а обмелением нерестового водоема и сокращением площади нерестилищ - «окон» в сплаvine. Именно снижение уровня воды – обмеление нерестовых водоемов, которое приводит к гибели кладок, является основным фактором, сокращающим численность популяции сибирского углозуба на европейской части ареала» [7].

Сеголетки (особи первого года жизни), не успевают пройти метаморфоз в засушливые годы и погибают из-за обмеления нерестовых водоёмов, что приводит к сокращению численности земноводных.

3.2. Исследования 2020года

3.2.1. Органолептические показатели воды из нерестовых водоёмов

В начале июля 2020 года были взяты пробы воды из ручья и Малого водоёма, где происходит постэмбриональное развитие личинок Углозуба. Нами были изучены такие органолептические показатели, как цветность, прозрачность, мутность, запах.

Определение цвета воды. Налили воду в бутылку и на белом фоне (лист бумаги) определить цвет воды (**Приложение 8, таб.4**).

Определение прозрачности воды. Прозрачность зависит от количества взвешенных частиц органических и неорганических. Определяли следующим образом: на белой бумаге нарисовали черным карандашом кольцо и доливали воду до тех пор, пока кольцо видно. Высота столба в (см), при котором кольцо становится не видимым и является мерой прозрачности.

Определение запаха воды. В колбы налить воду и плотно закрыть пробкой. В таком виде оставить на 10-12 часов. После чего открыли и понюхали. Запах может быть: землянистым, сероводородным, болотным, гнилостным, аммиачным, хлорным, резиновым и др.

В результате исследования вода из нерестовых водоёмов имеет светло – коричневый цвет, прозрачность 15 – 16см, запах болотный, гнилостный, 5 баллов. Результаты занесены в таблицу (**приложение 8, таблица 4, 5**).

3.2.2. Гидробиологические исследования

Пробы зообентоса в водоёмах отбирали в июле 2020 года. Были взяты пробы из ручья и Малого водоёма. При отборе проб использовали гидробиологический скребок, закреплённый на деревянном черенке. Пробы отмывались от грунта в скребке, прополаскивая его несколько раз в водоёме. Пробу помещали в пластмассовые ёмкости, заливали водой, делали надписи. В полевой дневник записывали информацию о дате взятия проб, месте

взятия, наличия заросли, температуру воды. В условиях самоизоляции материал разбирали дома в «живом виде». Зообентос помещали в пластиковые ёмкости и фиксировали спиртовым раствором (водка) крепостью 40⁰ (приложение 9, рис. 10,11).

3.2.3. Таксономический состав зообентоса нерестовых водоёмов

В период исследования в нерестовых водоёмах городских лесов г. Чусового квартала 5, выдела 14 было зарегистрировано 6 групп донных животных. Обнаруженные животные и их личинки относятся к 3 классам двустворчатые и брюхоногие моллюски, насекомые.

Насекомые. Мотыль распространённое название червевидных красных личинок комаров семейства Chironomidae, достигающих длины в несколько сантиметров. Они живут в иле заросших растениями прудов, озёр и ручьев, роясь в котором, находит себе корм, то есть является бентосным организмом. Строит жилище в виде трубочек из ила.

Ручейники. Этот вид водных насекомых встречается повсеместно, на всех континентах. Встречаются обычно в окрестностях водоёмов, где обитают их личиночные стадии. Превращение полное. Личинки и куколки у подавляющего большинства видов живут в воде или обитают в толще дна водоёмов, в редких случаях постоянно обитают вне воды или живут у побережий в морской воде.

Плавунец. Встречается по всей Европе вплоть до Азии в любого вида водоёмах со стоячей водой или слабым течением, где много мелких водяных насекомых, рыбёшек и лягушек. Как у всех живущих в воде видов, их туловище имеет вытянутую форму, позволяющую легко передвигаться в воде.

Коретра. Род некровососущих комаров из семейства Chaoboridae. Личинки полупрозрачные с веретенообразным телом; активные хищники, питаются мелкими ракообразными (дафниями, циклопами) и молодыми личинками других комаров. Живут обычно в толще воды, на дно опускаются редко; личинки разных видов коретр обитают в больших глубоких озёрах, небольших болотных и торфяных или богатых гумусом и илом водоёмах, а также в лужах.

Двустворчатые моллюски. Горошинка. Шаровки (Pisidium) — это мелкие двустворчатые с округлой раковинкой, которая у самых крупных видов - у речной шаровки (*Sphaerium rivicola*) — достигает лишь 2,5 см длины. Шаровки «живородящи»: яйца развиваются у них в особых выводковых камерах, которые образуются на внутренних жабрах, так что из материнской раковины выходят уже готовые молодые ракушки. Интересно отметить, что количество этой молоди обычно не превышает десятка. У шаровок забота о потомстве оказывается весьма эффективной, так как обеспечивает им выживание и расселение вида. Гермафродиты.

Брюхоногие моллюски. Лужанка. Вид пресноводных брюхоногих моллюсков семейства живородок. Раковина высотой до 43 мм, по сравнению с лужанкой живородящей сильнее заострена на конце. Обитает в озерах прудах, иногда даже в лужах с чистой водой. Держится на дне. Распространена в Европе и Западной Сибири до Оби [15].

3.2.4. Оценка качества водной среды на основе биотического индекса

Качество воды нерестовых водоёмов определяли с учётом биотического коэффициента гидробионтов. Расчёт проводили по формуле суммарного коэффициента или **индекса пробы: $I_p = K_1 + K_2 + K_3 \dots K_n$** . (Приложение 4, 9, таб.6).

Ручеёк. Индекс пробы составляет: $2+7=9$.

Средний коэффициент или **биотический индекс: $V_i = I_p / n$** , т.е. $9:2 = 4,5$; вода удовлетворительной чистоты (мезосапробная);

Малый водоём. Индекс пробы составляет: $2+2+6=10$.

Средний коэффициент или **биотический индекс: $V_i = I_p / n$** , т.е. $10:3 = 3,3$; сильно загрязнённая вода (полисапробная).

Таким образом, вода в Малом нерестовом водоёме, где развиваются сеголетки Углозуба, сильно загрязнённая и это является одним из неблагоприятных факторов для увеличения численности земноводного.

3.2.5. Проведение природоохранных мероприятий

После проведённых исследований и оценке качества воды на основе биотического индекса, в сентябре 2020 – 2021 г.г. были проведены природоохранные мероприятия:

Спиливание древесной поросли в водоёмах нашими шефами из ГБУ «Чусовской лесхоз», что уменьшило количество опада листьев в воду;

Активистами школьного лесничества «Ёлочки» было частично очищено дно Малого водоёма от гниющих органических остатков на дне, что улучшит экологическое состояние водоёмов;

Для посетителей леса был размещен информационный аншлаг (Приложение 10).

В сентябре 2021 года, после выхода сеголеток Углозуба на сушу, согласно рекомендациям Н.А.Литвинова, было проведено углубление и очищение дно Малого водоёма [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённая работа позволила достичь поставленной цели, определено экологическое состояние нерестовых водоёмов Углозуба сибирского в городских лесах квартала №5, выдела 14.

Поставленные задачи решены, что говорит о правильно выбранной методике исследования и методов работы.

Считаем, что выявленные экологические и биологические факторы не приводят к увеличению и сохранению численности земноводного в нашей местности.

Гипотеза полностью подтвердилась.

Выводы:

1. Увеличение количества ассиметричных кладок свидетельствует о неблагоприятной среде нерестовых водоёмов Углозуба сибирского;

2. Обмеление и пересыхание водоёмов приводит к сокращению численности земноводных и гибели личинок;

3. Вода из нерестовых водоёмов имеет светло – коричневый цвет, прозрачность 15 – 16 см, запах болотный, гнилостный, 5 баллов;

4. Зообентос представлен 6 группами донных животных, относящихся к 3 классам: двустворчатые и брюхоногие моллюски, насекомые: мотыль, ручейники, плавунец, коретра, горошинка, лужанка;

5. Качество воды на основе биотического индекса в ручье вода удовлетворительной чистоты (мезосапробная), в Малом водоёме - загрязнённая вода (полисапробная) вследствие гниения органических остатков;

6. Предполагаем, что проведённые природоохранные мероприятия по очищению и углублению дна улучшат экологическое состояние водоёмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеевнина М.С. Методика сбора и обработки зообентоса водоёмов и оценка их экологического состояния по биологическим показателям. Пермь, 2003 - 50с.
2. Вершинин В.Л. Определитель рептилий и амфибий Среднего Урала [электронный ресурс] — Режим доступа. — <http://elar.urfu.ru> (дата обращения 10.01.15)
3. Иванова М. Мониторинг состояния касатика ложноаировидного, занесенного в Красную книгу Пермского края. Пермь, 2015 - 32с.
4. Красная книга Пермского края [электронный ресурс] — Режим доступа. — http://redbook.permecology.ru/Table_KK.aspx (дата обращения 21.01.19)
5. Красная книга Среднего Урала (Свердловская и Пермская области), Екатеринбург: издательство уральского университета, 1996 – 280с.
6. Красная книга Пермского края, Пермь: «Книжный мир», 2008 г – 255с.
7. Литвинов Н.А, Файзулин А.И. Анализ состояния кладок сибирского углозуба Предуралья. Поволжский экологический журнал. 2010. №4. 438 – 441с.
8. Международная деятельность в деле охраны земноводных и пресмыкающихся [электронный ресурс] — Режим доступа. — <http://www.zoofirma.ru> (дата обращения 14.02.15)
9. Назаров Н.Н. География Пермской области, 8 – 9 класс. Пермь: Книжный мир, 1999. – 245с.
10. Овеснов С.А.Кадастровые характеристики флоры и фауны Чусовского муниципального района. Пермь, 2007. – 66 с.
11. Проект организации и ведения лесного хозяйства по городским лесам г. Чусового. Пермь, 2000 г, стр. 20-26
12. Углозуб сибирский [электронный ресурс] — Режим доступа. — <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 27.10.16)
13. Феномен сибирского углозуба [электронный ресурс] — Режим доступа. <http://open-sib.livejournal.com/5994.html> (дата обращения 27.10.16)
- 14.Фенотипический облик и морфологические характеристики популяций [электронный ресурс] — Режим доступа. — <http://ekollog.ru/amfibij-urbanizirovannih-territorij-03-00-16-ekologiya.html?page=2> (дата обращения 6.02.18)
15. Шепель А.И. Животные Прикамья: том I. Учебное пособие. Книжный мир, 2001 – 185с.

Приложение 1



Рис. 2 Углозуб сибирский
Salamandrella keyserlingii



Рис.3 Кладка углозуба сибирского
(2014г)

Приложение 2



Рис.4 Взятие гидробиологических
проб скребком



Рис.5 Определение гидробионтов

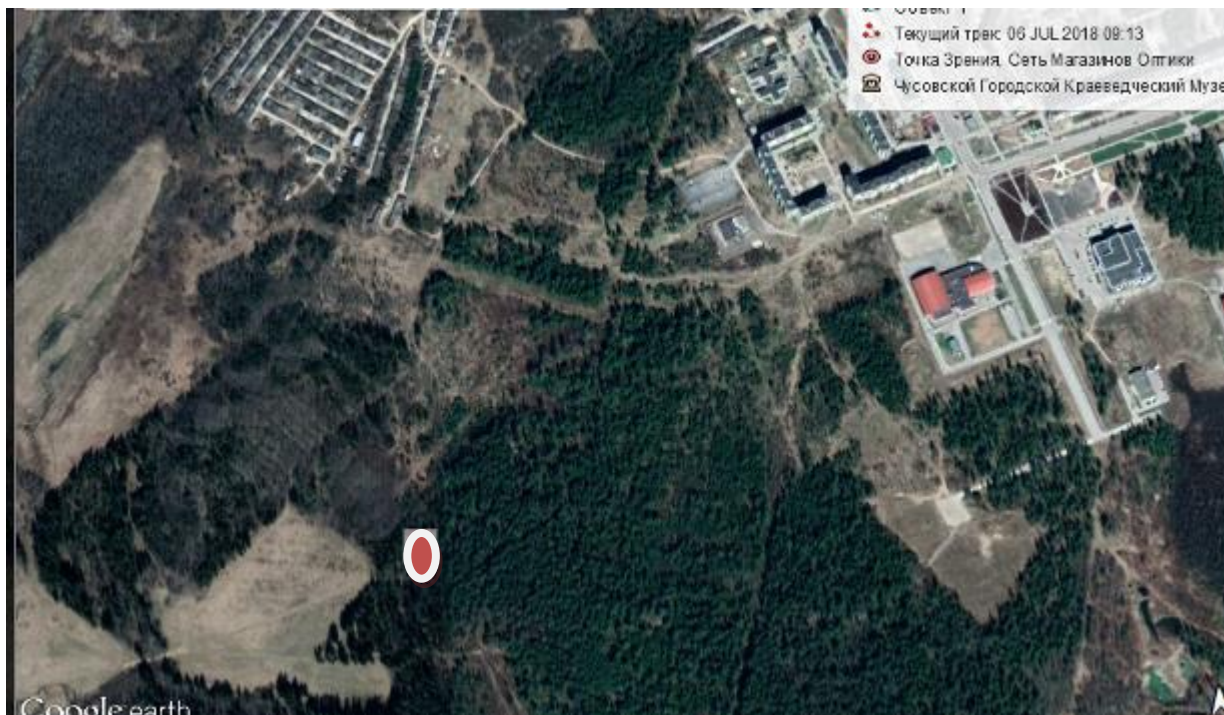


Рисунок 6. Популяция обитания углозуба сибирского (место расположения исследуемых водоемов)

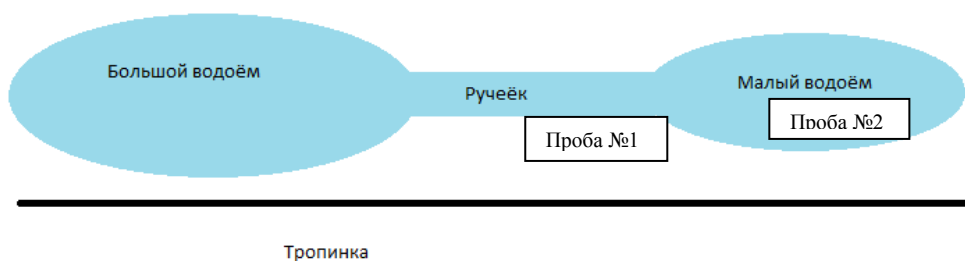


Рис.7 Схема водоёмов и места взятия проб

Оценка качества водной среды на основе биотического индекса

1. Определите беспозвоночных в предложенной пробе, запишите их названия в таблицу 2.
2. Найдите величину коэффициента (К) для каждой группы беспозвоночных, используя таблицу 1. Если какое-либо животное не определено или не указано в таблице, не принимайте его в расчёт.
3. Суммируйте коэффициенты для всех животных, обнаруженных в пробе, чтобы получить индекс пробы (Ip).
4. Вычислите среднюю величину индекса путём деления индекса пробы на количество групп (n) обнаруженных в пробе беспозвоночных. Полученная величина называется биотическим индексом (Bi).
5. Сделать выводы о качестве воды используемого водоёма, учитывая величину суммарного индекса. Результаты записать в таблицу.

Знание биотического индекса находится в интервале от нуля (безжизненные водоёмы) до десяти (чистые горные ручьи). **Чем больше значение индекса, тем выше качество водной среды.**

Таблица 1.

Величина биотического коэффициента для водных беспозвоночных животных

Название животного	Коэффициент	Название животного	Коэффициент
Кольчатые черви (олигохеты)	1	Пиявки	3
Гладыши	5	Водяные ослики	3
Двустворчатые моллюски (беззубки)	6	Бокоплавы	6
Водяные скорпионы	3	Водяные клещи	4
Личинки вислокрылок	9	Личинки подёнок	10
Личинки ручейников	7	Прудовики	3
Личинки комаров долгоножек	5	Личинки стрекоз	7
Личинки мошки	5	Личинки веснянок	10
Личинки комара-звонца	2	Водомерки	5
Личинки «крыски»	3	Речной рак	10



Рис.8 Симметричные кладки углозуба, 2016 г.



Рис.9 Ассиметричная кладка углозуба, 2016 г.



Рис.10 Одиарные кладки, 2017 год



Рис.11 Кладка комком, 2017 г.



Рис.12 Одиарные кладки, 2018г.



Рис.13 Одиарные кладки, без зародышей, 2019г.

Таблица 2

Мониторинг количества кладок Углозуба сибирского в водоёмах, 2016 – 2019гг.

	2016г	2017г	2018г	2019г
Всего кладок	15	28	39	39
Симметричные (из 2 – х шнуров)	14	1	22	15
Ассиметричные (из 1 шнура)	0	26	17	24
Кладки комком	1	1	0	0

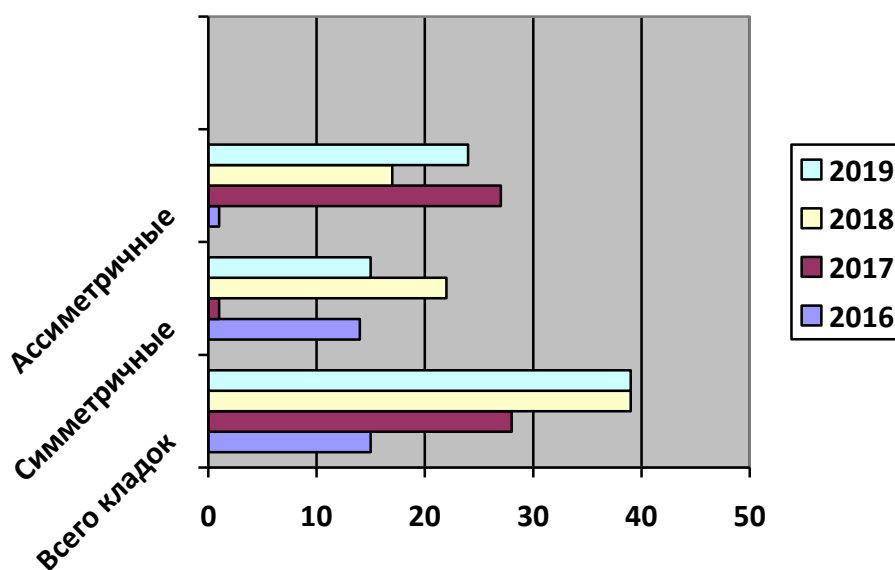


Рис.14 Доля симметричных кладок, 2016 -2019гг.

Таблица 3

Изменение уровня воды в водоёмах, 2013 – 2019 гг.

	2013г	2014г	2015г	2016г	2017	2018	2019
Большой водоём	Пересох	Пересох	Обмелел	Пересох	Пересох	Пересох	Обмелел незначительно
Малый водоём	Обмелел	Пересох	Обмелел	Пересох	Обмелел	Обмелел	Не изменил глубины



Рис.15 Малый водоём в начале июля, 2016г



Рис.16 Малый водоём в начале августа, 2016г



Рис.17 Ручей 23 мая 2018г



Рис.18 Малый водоём в августе 2018г



Рис.19 Цвет и прозрачность воды из нерестовых водоёмов

Таблица 4

Оценка органолептических показателей

	Цвет	Прозрачность	Запах
Вода из ручья	Светло - коричневый	15см	Болотный, гнилостный, 5 баллов
Вода из Малого водоёма	Светло - коричневый	16см	Болотный, гнилостный, 5 баллов

Таблица 5

Оценка запаха воды

Интенсивность запаха	Описательное определение	Баллы
Нет	Отсутствие ощутимого запаха	0 баллов
Очень слабый	Запах ощущается опытным наблюдателем, не ощущается при употреблении.	1 балл
Слабый	Обнаруживается, если обратить внимание.	2 балла
Заметный	Ощущается легко	3 балла
Отчетливый	Запах обращает на себя внимание, делает воду неприятной для питья.	4 балла
Очень сильный	Запах настолько сильный, что вода совершенно непригодна для питья.	5 баллов



Рис.20 Зообентос из ручья



Рис.21 Зообентос из Малого водоёма

Таблица 6

Оценка качества водной среды на основе биотического индекса

	Ручеёк		Малый водоём	
	Название беспозвоночных (n)	Коэффициент (K)	Название беспозвоночных (n)	Коэффициент (K)
1.	Комары - звонцы	2	Комары - звонцы	2
2.	Ручейник	7	Комары коретра	2
3.			Горошинки	6
<p>Суммарный коэффициент или индекс пробы: $I_p = K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n$, средний коэффициент или биотический индекс $V_i = I_p / n$.</p>				
Качество воды	Величина биотического индекса		Выводы (ручей)	Выводы (м. водоём)
Очень чистая вода (ксеносапробная)	10			
Чистая вода (олигосапробная)	7-9			
Вода удовлетворительной чистоты (мезосапробная)	4-6		мезосапробная	
Сильно загрязнённая вода (полисапробная)	0-3			полисапробная

Проведение природоохранных мероприятий



Рис.22-23 Спиливание древесной поросли шефами ГБУ «Чусовской лесхоз».



Рис. 24-29 Очистка водоёма и углубление дна, размещение аншлагов выполнена учащимися школьного лесничества «Ёлочка» (2020 – 2021год)