

Научно-практическая конференция
«Экологическое образование в целях устойчивого развития»

**Биоиндикационная оценка исследованных озер
окрестностей г.Нюрба**

Выполнила:

ученица 8 «а» класса НТЛ им.А.Н.Чусовского

Андреева Марина

Научный руководитель:

Иванова Александра Гаврильевна- учитель биологии

Научный консультант:

Трофимова Тамара Петровна, зав.

Лаб. озероведения ИЕН СВФУ

Г. Якутск, 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Теоретическая часть.....	4
1.1. Биотестирование с использованием личинок хирономид	4
1.2. Личинки хирономид как объект биотестирования водной среды.....	5
1.3. Биоиндикация по прибрежно-водной растительности.....	8
1.4. Растения биоиндикаторы.....	10
Глава 2. Практическая часть по биотестированию.....	11
2.1 Определение токсичности.....	11
2.2. Результаты исследования.....	12
Глава 3. Практическая часть по биоиндикации по прибрежно-водной растительности.....	15
3.1. Оценка трофности водоема.....	15
3.2. Результаты выявления оценки трофности.....	20
Заключение	22
Литература	23

Введение

Во всем мире возрастает антропогенная нагрузка на окружающую среду. В сфере производственной деятельности человек включает все новые и новые природные ресурсы, истощая их и загрязняя при этом отходами несовершенных технологий воздух, воду, землю.

Биологический контроль окружающей среды включает две основные группы методов: биоиндикацию и биотестирование. Методами биоиндикации и биотестирования определяется присутствие в окружающей среде того или иного загрязнителя по наличию или состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки, т.е. обнаружение и определение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ. Таким образом, применение биологических методов для оценки среды подразумевает выделение видов животных или растений, чутко реагирующих на тот или иной тип воздействия. Методом биоиндикации с использованием подходящих индикаторных организмов в определенных условиях может осуществляться качественная и количественная оценка (без определения степени загрязнения) эффекта антропогенного и естественного влияния на окружающую среду.

Донные осадки водоемов представляют собой сложную многокомпонентную систему, имеющую чрезвычайно важное значение для функционирования экосистемы в целом. В водных экосистемах они играют роль биогеохимического барьера, через который происходит обмен вещества и энергии (Белкина, 2011). Донные отложения формируются под воздействием сложной совокупности природных процессов: климатических, гидрологических, физических, химических и биологических, протекающих как в самом озере, так и на его водосборной площади (Субетто, 2009). Роль их в экосистеме озера сводится к тому, что, являясь хранилищем значительных запасов различных соединений, донные отложения могут при определенных условиях поставлять их обратно в толщу воды.

И в целом по качеству донных отложений озера оценивается экологическое состояние самого водного объекта

Целью исследовательской работы является экологическая оценка качества озёр в окрестностях Нюрбинского района.

Задачи:

1. Изучить методику по биотестированию, РД 52.24.635-2002;
2. Установить динамику токсичности озёр окрестностей г. Нюрба;
3. Проанализировать полученные результаты, сделать выводы.

Объект исследования:

- Озеро Оройко
- Озеро Мельник
- Озеро Булгунняхтах

Предмет исследования: Оценка токсичности водных объектов по биотестированию с использованием личинок хирономид.

Расположение исследованных озёр:

Глава 1. Теоретическая часть

1. Биотестирование с использованием личинок хирономид.

Методика биотестирования. Метод основан на определении изменений выживаемости и плодовитости личинок хирономид при воздействии токсических веществ, содержащихся в тестируемой воде, по сравнению с контролем.

Кратковременное биотестирование (до 96 час) позволяет определить острое токсическое действие воды на личинок хирономид по их выживаемости. Показателем выживаемости служит среднее количество объектов, выживших в тестируемой воде или в контроле за определенное время. Критерием токсичности является гибель 50 и более процентов личинок хирономид за период времени до 96 ч в тестируемой воде по сравнению с контролем. Длительное биотестирование (20 и более суток)

позволяет определить хроническое токсическое действие воды на личинок хирономид по снижению их выживаемости и плодовитости. Критерием токсичности является достоверное отличие от контроля показателя выживаемости или плодовитости личинок хирономид. Кратковременное биотестирование (до 96 час) позволяет определить острое токсическое действие воды на личинок хирономид по их выживаемости. Показателем выживаемости служит среднее количество объектов, выживших в тестируемой воде или в контроле за определенное время. Критерием токсичности является гибель 50 и более процентов личинок хирономид за период времени до 96 ч в тестируемой воде по сравнению с контролем. Показателем выживаемости служит среднее количество выживших в течение биотестирования.

Начальная плотность посадки - 6-10 особей на 10 мл субстрата. Спустя 4 суток, в течение которых личинки хирономид привыкают к лабораторным условиям существования.

1.2. Личинки хирономид как объект биотестирования водной среды

Хирономиды населяют пресные водоемы, но встречаются и в солоноватых водах (озерах, прудах, лужах, каналах, бассейнах, бочках, опресненных заливах морей и т.д.).

Тело личинонокхирономид состоит из хорошо обособленной головы и удлинённого туловища, разделенного на 13 сегментов. Первые три сегмента образуют грудной отдел, 10 последующих – брюшной (или абдоминальный). Покровы тела гладкие и представлены тонкой и прозрачной кутикулой. На переднем грудном сегменте личинки имеет одна пара ложных ножек, несущих хитиновые крючки. При помощи этих ножек личинки передвигаются по субстрату, а также строят чехлики. Тело заканчивается 13-м сегментом, где расположены две ложные ножки – задние ложные ножки (подталкиватели), служащие для передвижения личинки.

В естественных условиях личинки хирономид живут в мягком илу. У берегов водоемов, где грунт более плотный, личинки населяют его верхний илистый слой. Вдали от берега, по мере увеличения толщи мягкого ила, они могут проникать вглубь до 40 см.

Присутствие грубых частиц личинки переносят с трудом, особенно на ранних стадиях развития, что связано с характером их передвижения и питания. При наличии пищи они растут в условиях мягких грунтов значительно быстрее.

Температура воды или грунта влияет на жизненные процессы хирономид. Их существование возможно при относительно широком диапазоне температур. К низкой температуре менее чувствительны личинки, постепенно адаптированные к холоду и зимующие в водоемах при температуре воды, близкой к нулю. Такие личинки легко переносят даже замораживание. Вместе с тем летом личинки могут выдерживать прогрев воды до 35 °С и более.

При наличии градиента температур личинки избирают зону с 17-18 °С, т.е. температуру, при которой в естественной обстановке происходит их массовое окукливание, вылет имаго и откладывание яиц.

Температура среды влияет на число генераций хирономид в течение года. В небольших, хорошо прогреваемых водоемах жизненный цикл хирономид укорачивается, и до наступления осеннего похолодания они дают 2-3 и даже 4-5 генераций. В глубоких озерах, где температура более низкая и стабильная, у хирономид в течение года бывает всего одна-две генерации.

Поддерживая благоприятную температуру в закрытом помещении можно получать кладки хирономид непрерывно в течение всего года, без какого-либо снижения интенсивности развития и размножения их в осенние и зимние месяцы.

Места обитания личинок хирономид отличаются низким содержанием кислорода. В илах водоемов количество кислорода редко достигает 3 мг/л, часто оказывается близким к нулю.

Устойчивость хирономид к таким условиям связана с наличием в их крови гемоглобина. Содержание гемоглобина у личинок изменяется в пределах 0,1-0,25 мг/г сухой массы в зависимости от условий среды. В поверхностных слоях ила, где кислорода больше, количество гемоглобина составляет около 8% сухой массы тела, тогда как у личинок, обитающих на большей глубине – 27%.

Находясь в среде с низким содержанием кислорода, личинки становятся темно-красными. Содержание гемоглобина при этом достигает 30 мг/г сухой массы. Благодаря этому хирономиды заселяют места малопригодные для жизни других животных. При полном отсутствии кислорода личинки хирономид впадают в состояние анабиоза.

Наиболее благоприятным для личинок является содержание кислорода в пределах 1,7-3,0 мг/л. В связи с этим при культивировании хирономид кислородному режиму должно уделяться большое внимание. Достаточное его содержание в среде (6-8 мг/л) легко поддерживается при небольшом слое ила (1,0-1,5 см) и уровне воды над ним не более 1-2 мм.

Личинки хирономид выдерживают широкий диапазон изменений концентрации водородных ионов (рН).

Отношение к свету у личинок хирономид изменяется с возрастом. На ранних стадиях развития у пелагических личинок обнаруживается положительной фототаксис. Положительная реакция на свет сохраняется и у личинок, осевших на дно, вплоть до наступления III личиночной стадии. С появлением в крови гемоглобина реакция на свет становится отрицательной. Взрослые личинки активно избегают светлых мест. Отрицательная реакция на свет исчезает у хирономид на стадии превращения куколки в комара. В этот момент куколка покидает чехлик и поднимается к поверхности воды.

Нормальный рост и развитие личинок хирономид протекает лишь при определенной плотности. В естественных условиях концентрация личинок в небольших временных водоемах достигает у крупных видов (*Chironomus plumosus*) 90 тыс.экз./м², а у мелких (*Ch.thummi*) – 400

тыс.экз./м². Наибольшая биомасса хирономид наблюдается осенью и в начале зимы. Весной, в связи с вылетом комаров и зимней гибелью личинок, биомасса наименьшая. Колебание численности хирономид связано не только с периодом вылета комаров, но и выеданием их рыбами и естественной смертностью. Отмирание личинок во многом связано с высокой их плотностью (а также накоплением в среде метаболитов, дефицитом кислорода).

Место изучаемых насекомого в систематике:

Вид: Личинки хирономид – комара-звонца

Лат. Chironomidae, Tendipedidae

Тип: Членистоногие

Класс: Насекомые.

1.3. Биоиндикация по прибрежно-водной растительности

Макрофиты (высшая водная растительность) также изучаются как биоиндикаторы. При загрязнении водоемов изменяется их видовой состав, возникают морфологические аномалии, происходит смена доминантных видов, обуславливающих особенности биоценоза [5]. По своим морфологическим и эколого-биологическим особенностям они объединяются в следующие группы: 1. Погружение растения – это растения находящиеся под водой целиком, и лишь во время цветения они выставляют над ней свои соцветия. Например: рдесты (Лат. Potamogetonsp), водяные лютики (Лат. Ranuncullussp), пузырчатка обыкновенная (лат.Utriculariavulgaris).

2. Растения с плавающими листьями. Они растут на глубине 2-2,5 м. Например: кувшинка белая (Лат. Nymphaeaalba), кубышка желтая (Лат. Nupharlutea), водокрас обыкновенный (Лат. Hydrocharismorsusranea), рдест плавающий (Лат.Potamogetonnatans).

3. Глубинные растения. Встречаются на глубине 40-50 м. Вся жизнь растений вплоть до размножения и появления нового поколения протекает в воде. Среди них единственное цветковое растение- роголистник (Лат. *Ceratophyllum* spp).

4. Надводные растения – поднимаются над поверхностью воды стеблями и листьями, укореняющиеся, растут у самого берега на глубине 2-3м. Часть этих растений поднимается над водой. Обычны такие водные растения, как тростник (Лат. *Phragmites* sp), камыш (Лат. *Scirpus* sp), рогоз (Лат. *Typha* sp). стрелолист (Лат. *Sagittaria* sp). Многие виды, встречающиеся в русле реки и по заливаемым берегам, являются индикаторными водоемами. Например, осоки предпочитают грунты с высоким содержанием гумуса, низким содержанием алюминия, повышенным кальция и магния. Элодея является индикатором вод, богатых соединениями кальция и калия; рдесты блестящий, гребенчатый и пронзеннолистный толерантны к составу и количеству солей в воде и аккумулируют на поверхности листьев кальций. Водная растительность- наиболее консервативный элемент водной экосистемы. Ее экологические модификации могут служить индикатором долгосрочных изменений водной среды.

В настоящее время выявлен ряд характерных особенностей развития макрофитов под воздействием антропогенного фактора. Она в наличии антропогенного воздействия на водные экосистемы свидетельствует пышное развитие стрелолиста обыкновенного (Лат. *Sagittaria sagittifolia*), частухи подорожников (Лат. *Alisma plantago-aquatica*), элодеи канадской (Лат. *Elodea Canadensis*), телореза алоэвидного (Лат. *Stratiotes aloides*), роголистника погруженного (Лат. *Ceratophyllum demersum*) и урути колосистой (Лат. *Myriophyllum spicatum*) [5].

1.4. Растения биоиндикаторы

Растения биоиндикаторы Важное место в контроле качества вод занимают наблюдения за состоянием высшей водной растительности, которая считается индикатором общего экологического состояния реки. В ходе исследования реки Урга были обнаружены телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides*), водокрас (*Hydrocharis*), лютик жестколистный (*Ranunculus circinatus* Sibth), тростник (*Phragmites*), осока (*Carex*), аир обыкновенный (*Acorus calamus*), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica*). (Приложение 4, рисунки 1,2,3,4). Поверхность реки местами покрыта зарослями рогоза (*Typha minima*), камыша (*Scirpus*). Эти растения прекрасные очистители водоемов сточные воды, проходя через их заросли, освобождаются от ядовитых веществ. В работе использовали метод биоиндикации Р.Пантле и Н.Букка.[5]. (Приложение 2, таблица 1,2). Они предложили характеризовать степень загрязнения водоёмов индексом сапробности (s). Для этого ими была принята индикаторная значимость (s): олигосапробов за 1; β-мезосапробов-за 2, α- мезосапробов-за 3, полисапробов-за 4. Относительное количество особей вида (h) оценивается следующим образом: случайные находки приняты за 1; частая встречаемость 3; массовое развитие-5. Индекс сапробности обследуемой станции вычисляется по формуле $S = sh / h$ В полисапробной зоне он равен-4,0-3,5; в α-мезосапробной- 3,5-2,5; в β - мезосапробной- 2,5-1,5; в олигосапробной зоне- 1,5-1,0.

Глава 2. Практическая часть по биотестированию

2.1 Определение токсичности воды

В последнее время экологические загрязнения среды стали очень актуальной проблемой. Изучение личинок хирономид имеет крайне большое значение для экологических исследований, поскольку они являются ключевым видом для многих пресноводных экосистем и могут служить своеобразным индикатором состояния среды.

Исследование озёр на окрестностях г. Нюрбы проводилось в июне 2019 года.

Отборы проб проводились в 3 точках:

1 точка: Озеро Оройко;

2 точка: Озеро Мельник;

3 точка: Озеро Булгуняхтах;

Для выявления зоны токсичности водного объекта используются следующие показатели (табл. 2):

Таблица 2.

Биоиндикация с использованием личинок хирономид

Зона загрязнения	Индикационные изменения у личинок Хирономид
1я - сильное загрязнение (приближенная к источнику загрязнения)	Частичная гибель особей, особи держатся в природном слое, часть теряет активность, наблюдаются случаи «вертячки». Гибнущие особи имеют светло розовую диффузную окраску;
2я - среднее загрязнение	Повышение активности сменяется угнетением, личинки периодически залегают на дно, имеют мутно-желтую окраску;
3я - слабое загрязнение	Наличие повышенной активности у отдельных особей, у остальных периоды активности

(удаленная от источника)	от	сменяются нормальным состоянием;
--------------------------	----	----------------------------------

Цель эксперимента: выявление токсичности донных отложений, наблюдение за поведением особей и подсчет погибших личинок в опытных и контрольных пробах:

2.2. Результаты исследования

Ход работы: Для проведения эксперимента взяли 3 сосуда чашки Петри. В каждый сосуд поместили по 10 особей личинок хирономид. Личинок во время эксперимента кормили. Учет выживших личинок хирономид проводили через 1, 6, 24, 48, 72 и 96 часов. При определении зоны загрязнения водоема учитывали поведение личинок хирономид (Таблица 2-3).

Таблица 3. Эксперимент № 1

Точка отбора	Время от начала биотестирования	Количество выживших		Смертность личинок в опыте, % к контролю
		контроль	опыт	
Точка 1: Озеро Оройко	1 час	10	10	0%
	6 часов	10	10	0%
	24 часа	10	10	0%
	48 часов	10	10	0%
	72 часа	10	9	10%
	96 часов	10	8	20%
Всего		10	8	20%

осталось				
----------	--	--	--	--

Вывод: нашли среднее арифметическое число выживших личинок в контроле и опыте. Для расчета процента гибели личинок в опыте по отношению к контролю использовали формулу: $X_1 - X_2 / X_2$, где X_1 — среднее арифметическое число выживших личинок в контроле; X_2 — среднее арифметическое число выживших личинок в опыте.

Зона загрязнения- 2-я. Наличие повышенной активности у отдельных особей, у остальных – периоды активности сменяются нормальным состоянием.

Таблица 4. Эксперимент № 2

Точка отбора	Время от начала биотестирования	Количество выживших		Смертность дафней в опыте, % к контролю
		контроль	опыт	
Точка 2: Озеро Мельник	1 час	10	10	0%
	6 часов	10	10	0%
	24 часа	10	10	0%
	48 часов	10	9	10%
	72 часа	10	8	20%
	96 часов	10	6	40%
Всего:		10	6	40%

Вывод: так как в пробе погибло 40% личинок, что свидетельствует о сильной токсичности воды в данных образцах. **Зона загрязнения – 1-я.**

Таблица 5. Эксперимент № 3.

Точка отбора	Время от начала биотестирования	Количество выживших		Смертность личинок в опыте, % к контролю
		контроль	опыт	
Точка 3: Озеро Булгуняхтах	1 час	10	10	0%
	6 часов	10	10	0%
	24 часа	10	10	0%
	48 часов	10	10	0%
	72 часа	10	10	0%
	96 часов	10	8	20%
Всего:		10	8	20%

Вывод: так как в пробе погибло 20% личинок, что свидетельствует об умеренной токсичности воды в данных образцах. Зона загрязнения- 2-я.

Источники загрязнения объектов исследования

Точки 1 находится рядом с населенным пунктом с. Сюля

Точки 2 находится в населенном пункте с. Антоновка

Точка 3 находится отдаленно, от каких либо населенных пунктов. Но там частично производились копательные работы

По итогам токсикологического эксперимента можно сделать следующие выводы:

1) В пробах донных отложений из озера Мельник токсичность выявлена, при этом смертность личинок составляет 40% Зона загрязнения- 1-я.

2) В пробах донных отложений из озера Оройковья выявлена токсичность, при этом смертность личинок составляет 20%. Среда – умеренно-токсичная. Зона загрязнения- 2-я.

3) В озере Булгуняхтах смертность личинок достигает 20%. Среда – умеренно-токсичная. Зона загрязнения - 2-я.

4) Смертность личинок связана с экологическим состоянием озёр, что связано с антропогенной деятельностью населения города.

Глава 3. Практическая часть по биоиндикации по прибрежно-водной растительности

3.1. Оценка трофности водоема по высшим водным растениям основана на учете видового разнообразия растений и их индикаторной значимости. Для расчета общей трофности каждому типу водоема присваивается номер: ацидотрофные – 0, дистрофные – 1, олиготрофные – 2, мезотрофные – 3, эвтрофные – 4. Индикаторная значимость вида учитывается по таблице 6.

Таблица 6. Индикаторные виды растений, обитающие в водоемах различной трофности.

Тип водоема			
дистрофный	олиготрофный	мезотрофный	эвтрофный
<i>Сфагновые мхи</i>	<i>Лобелия Дортмана</i>	<i>Рдест сплюснутый</i>	<i>Водяной перец</i>
<i>Вахта трехлистная</i>	<i>Уруть очередноцветковая</i>	<i>Ряска трехдольная</i>	<i>Шелковник неукореняющийся</i>
<i>Белокрыльник болотный</i>	<i>Лютик простертый</i>	<i>Уруть мутчатая</i>	<i>Шелковник фенхелевидный</i>
<i>Сабельник болотный</i>	<i>Полушник колюче-плодный</i>	<i>Кувшинка белая</i>	
<i>Ежеголовник</i>	<i>Полушник озерный</i>	<i>Ряска малая</i>	

<i>родственный</i>			
<i>Кубышка желтая</i>	<i>Рдест блестящий</i>	<i>Стрелолист плавающий</i>	
<i>Тростник обыкновенный</i>		<i>Осока пузырчатая</i>	
<i>Кизляк кистецветный</i>		<i>Кувшинка четырёхгранная</i>	
<i>Водяная сосенка</i>		<i>Частуха подорожниковая</i>	
<i>Пузырчатка обыкновенная</i>		<i>Рдест маленький</i>	
<i>Хвоц топяной</i>		<i>Водокрас лягушечий</i>	
		<i>Рогоз узколистный</i>	
		<i>Элодея канадская</i>	

Частоту встречаемости учитывают по девятибалльной шкале (Табл.7).

Таблица 7. Соотношение значений относительного обилия и частоты встречаемости организмов (h)

Частота встречаемости	Количество экземпляров одного вида, %	<i>H</i>
Очень редко	<1	

Редко	2 – 10	
Нередко	10 – 40	
Часто	40 – 60	
Очень часто	60 – 80	
Масса	80 – 100	

Задание. Произвести идентификацию предложенных растений (гербарии, рисунки, фотографии). Занести названия растений в карточку, классифицировать их по типу водоема и определить частоту встречаемости по таблицам 6 и 7. Рассчитать суммарную трофность водоема. Определить тип исследуемого водоема по трофности.

Таблица 8. Пример расчета суммарной трофности водоема.

Вид	Тип водоема (1)	Частота встречаемости (2)	(1) × (2) = (3)
<i>Nuphar lutea</i>	1	1	1
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	2	2	4
<i>Potamogeton lucens</i>	2	5	10
<i>P. compressus</i>	3	5	15
<i>Lemna trisulca</i>	3	7	21
<i>Elodea canadensis</i>	3	9	27
<i>Carex vesicaria</i>	3	3	9

$$\Sigma(2) = 31 \quad \Sigma(3) = 87$$

Общая суммарная трофность водоема $\Sigma(3) : \Sigma(2) = 2,8$, что соответствует *переходному типу водоема между олиго- и мезотрофным.*

Задание. Произвести идентификацию растений, обнаруженных в водоеме (гербарии, рисунки, фотографии). Занести названия растений в карточку. Выделить растения-индикаторы по таблице 7. Определить частоту встречаемости по таблице 4. Рассчитать суммарную степень загрязнения водоема по таблице 9.

Таблица 9. Ключ к определению степени загрязненности поверхностных вод по индикаторным видам растений.

Вид	Степень загрязнения (1)	Частота встречаемости (2)	(1)×(2) = (3)
Хара тернистая (<i>Chara aspera</i>)	1		
Пузырчатка малая (<i>Utricularia minor</i>)	1		
Хара ломкая (<i>Chara fragilis</i>)	2		
Уруть колосовая (<i>Myriophyllum spicatum</i>)	2		
Уруть мутовчатая (<i>Myriophyllum verticillatum</i>)	3		
Рдест блестящий (<i>Potamogeton lucens</i>)	3		
Рдест пронзеннолистный (<i>Potamogeton perfoliatus</i>)	3		
Элодея канадская (<i>Elodea Canadensis</i>)	4		
Рдест курчавый (<i>Potamogeton crispus</i>)	4		
Рдест гребенчатый (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	4		
Роголистник погруженный (<i>Ceratophyllum demersum</i>)	5		
Ряска малая (<i>Lemna minor</i>)	5		
Стрелолист обыкновенный (<i>Sagittaria sagittifolia</i>)	5		
Многокоренник обыкновенный (<i>Spirodela polyrhisa</i>)	5		
Общая суммарная степень загрязнения: $\sum (3) : \sum (2) =$		$\sum (2) =$	$\sum (3) =$

Методика Г.Либмана.

Либманн (1962) предусматривает 4 основных класса чистоты водоема (с. 194) и три промежуточных. Основные классы обозначаются цифрами от I до IV. Промежуточные—двумя цифрами: I—II, II—III, III—IV. А. А. Былинкина, С. М. Драчев и А. И. Ицкова предложили подразделять водоемы по степени загрязненности на 6 групп: очень чистые, чистые, умеренно загрязненные, загрязненные, грязные и очень грязные. Каждой из этих градаций соответствует определенное значение количества загрязнения.

I-II классы- умеренно чистые, чистые.

II-III классы- чистые, умеренно загрязненные.

III-IV классы – умеренно загрязненные и загрязненные.

3.2. Результаты выявления оценки трофности.

Таблица 10. Оценка трофности озера Мельник.

Вид	Тип водоема (1)	Частота встречаемости (2)	(1)x(2)=(3)
Ряска трехдольная	3	9	27

$$\Sigma(2)=9$$

$$\Sigma(3)=27$$

$$\Sigma(3):(2)=3$$

Вывод: озеро Мельник- мезотрофный водоем. Класс чистоты по методике Г. Либманна- IIIкласс.

Таблица 11. Оценка трофности озера Булгунняхтах.

Вид	Тип водоема (1)	Частота встречаемости (2)	(1)x(2)=(3)
Уруть колосистая	2	6	12

$$\Sigma(2)=6$$

$$\Sigma(3)=12$$

$$\Sigma(3):(2)=2$$

Вывод: озеро Булгунняхтах- мезотрофный водоем. Класс чистоты по методике Г. Либманна- II класс.

Таблица 12. Оценка трофности озера Оройко

Вид	Тип водоема (1)	Частота встречаемости (2)	(1)x(2)=(3)
Белокрыльник болотный	1	4	4
Пузырчатка обыкновенная	1	5	5
Хвощ топяной	1	3	3
Тростник обыкновенный	1	7	7
Сфагновые мхи	1	4	4

Лютик простертый	2	3	6
Ряска трехдольная	3	9	27
Осоко пузырчатая	3	8	24

$\Sigma(2)=43$

$\Sigma(3)=80$

$\Sigma(3):(2)=1,86$

Вывод: озеро Оройко- олиготрофный водоем. Класс чистоты по методотике Г. Либманна- Iкласс.

Заключение

В последнее время экологические загрязнения среды стали очень актуальной проблемой. Наша работа может стать частью более масштабного проекта по применению пресноводных планктонных насекомых и с использованием индикаторных видов растений в исследованиях с применением биоиндикации. С каждым днем положение все ухудшается и ухудшается. Но вместо того, что бы при каждом выбросе отходов проводить ряд химических реакций, проще проверять степень загрязнения воды на личинках, растений водящихся почти во всех пресных водоемах и растущих около каждого водоема.Изменение в поведении личинок хирономиди наличие определенного индикаторного вида растения позволяет быстро установить факт загрязнения воды.

По итогам эксперимента по выявлении экологического состояния водных объектов можно сделать следующие **выводы:**

- 1) По биотестированию хирономидами самым загрязненным является озеро Мельник (смертность 40%), менее загрязненным является озеро Оройко (смертность 20 %) и озеро Булгунняхтаах (смертность 20%)
- 2) По биоиндикациимакрофитами озеро Оройко имеет I класс чистоты (1,86 индекс сапробности, олиготрофный); озеро Булгунняхтаах имеет II класс чистоты (2,0 и бетта-мезосапробный); озеро Мельник имеет III класс чистоты(3,0 и альфа- мезотрофный);
- 4) По биотестирования и биоиндикации из исследованных озер загрязненным является озеро Мельник.
- 5) Экологическое состояние исследованных водных объектов находятся в прямой зависимости от антропогенной нагрузки города.

Использованная литература

- 1) РД 52.24.635-2002.
- 2) Догель В.А. Зоология Беспозвоночных. М.: Высшая школа,1981.
- 3) Жизнь животных. Т.1. М.: Просвещение, 1986.
- 4) Захаров И.С., Пожаров А.В. Биотехнические методы охраны окружающей среды. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001.
- 5) Захаров И.С., Пожаров А.В., Сидоренко В.М. Экспрессные методы интегральной оценки экологического состояния объектов окружающей среды. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007.
- 6) Энциклопедия для детей. Т.2. Биология. М.:Аванта+,1999.
- 7) Белкина Н.А. Роль донных отложений в процессах трансформации органического вещества и биогенных элементов в озерных экосистемах // Труды Карельского научного центра РАН. 2011. № 4. С. 35-41.
- 8) Субетто Д.А. Донные отложения озер: Палеолимнологические реконструкции. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 339 с.
- 9) <http://chemister.ru/Database/words-description.php?dbid=1&id=49>
<http://www.bioind.narod.ru/Articles/guppi.htm>