

**Всероссийский конкурс Юных исследователей окружающей
среды им. Б.В. Всесвятского**

Ивановская область

**ГАУДПО ИО «Университет непрерывного образования и
инноваций»**

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
РЕКИ ХАРИНКА НА ТЕРРИТОРИИ ПАРКА «ХАРИНКА»
МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ**

*Выполнила: Ананьева Нелли Анатольевна, 8 класс,
региональный центр выявления и поддержки одаренных детей
Ивановской области «Солярис», объединение «Экомир»*

*Руководитель: Гусева Анна Юрьевна,
педагог дополнительного образования, к.б.н.*

2025

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1 Обзор литературы	3-5
2 Материал и методы	5-10
3 Результаты	11-18
4 Заключение и выводы	19-20
5 Список литературы и источников	20
Приложения	23

ВВЕДЕНИЕ

Один из самых крупных и популярных парков г. Иваново - парк «Харинка». Парк является памятником природы регионального значения. В нем протекает река Харинка, приток Уводи. Она имеет немалое значение в жизни людей: в их хозяйственной деятельности, в отдыхе, в водоснабжении и т.д. Таким образом, оценка общего экологического состояния реки и возможность её дальнейшего безопасного использования людьми *является актуальной*.

Актуальность. Участок реки Харинка, который выбран для анализа, является местом высокой рекреационной активности людей. Здесь купаются, отдыхают, ловят рыбу и т.д. Чтобы убедиться в качестве воды и безопасности дальнейшего использования населением, нужно провести исследования и сделать вывод об ее экологическом состоянии.

Значительный вклад в нарушении экологии вносят люди. Не замечая всей серьезности последствий, они сбрасывают в реку различные бытовые и промышленные отходы, тем самым ухудшая качество воды и снижая численность ее обитателей.

Цель работы: провести анализ экологического состояния участка реки Харинка, расположенного на территории одноименного парка с использованием биоиндикационных методов.

Для достижения этой цели нами поставлены **следующие задачи:**

- 1) Отобрать пробы макрозообентоса и определить класс качества воды в реке
- 2) Провести химический анализ воды в реке Харинка;
- 3) Дать рекомендации по улучшению экологического состояния реки на территории парка.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Из большого арсенала методов биологического анализа наиболее адекватен целям водного мониторинга – метод биоиндикации. Основанный на контроле состояния водных сообществ, постоянно испытывающих весь спектр негативных воздействий, метод биоиндикации позволяет получить интегральную, прямую и потому наиболее объективную оценку последствий антропогенного воздействия. Она фиксирует деградацию водных экосистем даже в том случае, если концентрация загрязнителей не превышает установленных ПДК, а также в тех случаях, когда воздействие было значительно раньше времени обследования и носило разовый характер [10].

Существуют определенные показатели, которые влияют на качество водоемов: *природные* и *антропогенные*. Первые включают в себя период половодья, цветение вод, выветривание горных пород, осаждение из-за ветра, выщелачивание из почв и сток из-за гидрологических факторов.

Антропогенные факторы включают в себя:

- сброс в водоемы посторонних нерастворимых отходов;
- переработка веществ, которая приводит к изменению щелочно-кислотных показателей;
- неправильная работа гидротехнических сооружений;
- попадание большого количества поверхностно-активных соединений в водоемы.

Сообщества живых организмов отражают все изменения протекающей над ними воды, одновременно реагируют на многие факторы, определяющие ее качество. Оценка качества воды следует из учета количества присутствующего органического вещества. В соответствии с этим выделяют: поли-, мезо- и олигосапробные водоемы.

Олигосапробной зоной считается практически чистый водоем, в котором цветение отсутствует, а содержание кислорода и углекислоты не колеблется и придерживается нормы. На дне - малое содержание детрита, автотрофных организмов, а также бентосных животных. В этой зоне часто встречаются коловратка *Notholka longispina*, ветвистоусые рачки *Daphnia longispina* и *Bythotrephes longimanus*, личинки поденок, веснянок.

Мезосапробная зона делится на α - и β -мезосапробные. В α -зонах - большая концентрация аммиака и углекислоты, из-за анаэробного разложения органических веществ, кислорода мало, сероводород и метан отсутствуют. Ил серого цвета, в котором содержатся организмы, приспособленные к недостатку кислорода и высокому содержанию углекислоты. Преобладают организмы с гетеротрофным и миксотрофным типами питания. Встречаются в массе сидячие инфузории (*Carchesium*), коловратки (*Brachionus*), много окрашенных и бесцветных жгутиковых. В илах много тубифицид (олигохеты) и личинок хирономид. Кроме того, для этой зоны характерны: гриб *Mucor*, синезеленые *Oscillatoria*, *Hormidium uncinatum*, простейшие *Chlamydomonas debraryana*, *Stentor coeruleus*, многие коловратки, моллюск *Sphaerium corneum*, рачок *Asellus aquaticus*, личинки двукрылых *Chironomus* и *Psychoda*.

В β -мезосапробной зоне помимо аммиака можно обнаружить продукты его окисления, а именно, азотистую и азотную кислоты. Также в воде присутствует сероводород в небольших концентрациях и отсутствуют аминокислоты.

Полисапробные водоемы характеризуются наличием в воде неразложившихся белков, почти полным отсутствием свободного кислорода, присутствием значительных количеств сероводорода и углекислого газа, восстановительным характером биохимических процессов. Самоочищение в основном идет за счет деятельности бактерий (*Thiorpolycoccusruer*, *Sphaerotilusnatans*), водорослей (*Polytomauvella*) и животных (жгутиковое *Olcomonasmutabilis*, инфузории *Paramaeciumputrinum* и *Vorticellaputrina*, олигохета *Tubifex*, личинки мухи *Eristalistenax*). Число видов, которые

могут жить в крайне загрязненных водоемах, сравнительно невелико, но зато они встречаются здесь в массовых количествах [8].

Перечисленные выше организмы и многие другие, характерные для зон разной сапробности (комплекса физиологических свойств данного организма, обуславливающего его способность развиваться в воде с тем или иным содержанием органических веществ, с той или иной степенью загрязнения), носят название *индикаторов степени загрязнения водоемов*. Индикаторная роль гидробионтов характеризуется не только фактом нахождения или отсутствия их в водоеме, но и степенью количественного развития, вследствие чего характеристика сапробности вод должна даваться с учетом не только видового состава организмов, но также их численности и биомассы [7].

Ведущую роль в процессах самоочищения водоемов играют гидробионты, и лишь небольшая часть загрязнителей исчезает без участия водных организмов. Гидробионты прodelывают огромную минерализационную работу, переводя в процессе дыхания органические соединения в минеральные, изымают из воды, накапливая в своем теле, огромные количества вредных веществ, в частности радионуклидов, и способствуют осаждению вредных взвесей на дно.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Описание объекта исследований. Парк «Харинка» был основан 13 июня 1966 года и является основным парком города Иваново. Здесь был устроен пляж, открыта лодочная станция. Назван парк в честь реки.

Харинка — река в России, протекает по Ивановскому району Ивановской области, приток р.Увody. Длина реки составляет 11 км, площадь бассейна — 47,9 км².

Протекает в границах города Иваново. Исток находится в зелёной зоне на северо-восточной окраине города, устье расположено по левому берегу реки Увody [11].

Реками принято считать постоянно действующие водотоки, функционирующие круглый год либо пересыхающие или замерзающие на очень короткий период и не каждый год.

Равнинные реки делят на малые, средние и большие, используя в качестве критерия их протяженность. С учетом такого деления река Харинка по нашим данным относится к «очень малые» (таблица 1) [10].

В естественном режиме таким рекам может быть свойственно промерзание, пересыхание и зарастание отдельных участков водной растительностью и полное сокрытие под пологом древесной растительности, что обедняет видовой состав, обитающих в них гидробионтов.

Такие экосистемы наиболее уязвимы, даже небольшое загрязнение быстро превращает их в сточные каналы. При снятии стойкого загрязнения в них постепенно развиваются процессы самоочищения.

Таблица 1. Классификация водотоков по гидробиологическим критериям

Категория рек	Длина рек, км
Малые реки - протяженность до 100км	
Незначительные	До 10
Очень малые	11 - 20
Самые малые	21 - 50
Средние малые	51 - 100
Средние реки – протяженность до 500 км	
Большие реки – протяженность 501 – 1000 км	

Исследования проводились в сентябре и начале октября 2024г. для трех станций, расположенных в районе от лодочной станции до пляжа. Первая станция расположена в окрестностях лодочной станции, вторая – в районе родника и стока из трубы, третья – в районе пляжа.

Отлов гидробионтов (макрозообентоса) производился с помощью гидробиологического скребка по стандартной методике. Разбор проб гидробионтов производился в кювете.

Пробы фиксировались в растворе формалина, впоследствии определялись в лаборатории с помощью бинокулярного микроскопа «Биооптик BS-200».



Рис.1. Фотография парка «Харинка» и реки Харинка с высоты птичьего полета.

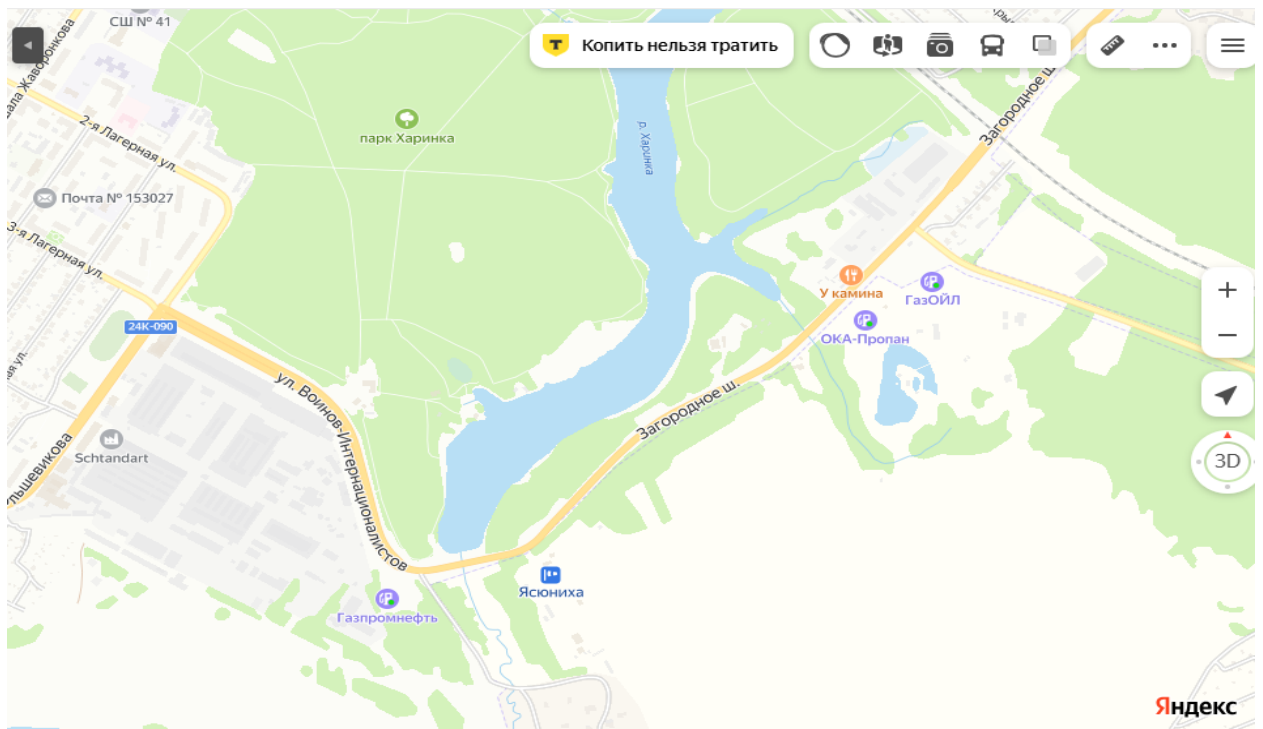


Рис.2. Карта парка «Харинка» и реки Харинка в приложении 2ГИС.ру.



Рис. 3. Расположение обследованных станций на р. Харинка в границах парка.

Методы биоиндикации, используемые при проведении гидробиологических исследований:

Индекс Майра (таблица 2) применяется для водоемов любого типа. Это более простая методика, основные преимущества - никаких беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида. Метод использует приспособленность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности. Организмы - индикаторы отнесены к одному из трех разделов.

Таблица 2. Организмы-биоиндикаторы, используемые при определении индекса Майра

Обитатели чистой воды	Организмы средней чувствительности	Обитатели грязной воды
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислоккрылок	Личинки комаров-долгоносиков	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски катушки	Личинки мошек
		Малоцетинковые черви

Для определения качества воды нужно отметить, какие из приведенных в таблице 2 индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела - на 2, а из третьего - на 1. Получившиеся суммы складывают. Значение суммы характеризует степень загрязненности водоема. Если сумма больше 22 - водоем имеет 1 класс качества, значение суммы от 17 до 21 - 2 класс качества, от 11 до 16 - 3 класс качества. Все значения меньше 11 характеризуют водоем как грязный (4-7 класс качества).

Метод С.Г. Николаева. Для определения класса качества вод использовался метод С.Г. Николаева (2017) (таблица 3) [10]. По методике С.Г. Николаева выделяется 6 классов качества вод:

- 1 – очень чистые (ксеносапробные);
- 2 – чистые (олигосапробные);
- 3 – удовлетворительной чистоты (β -мезосапробные);
- 4 – загрязнённые (α -мезосапробные);
- 5 – грязные (β -полисапробные);
- 6 – Очень грязные (гиперэвтрофные).

Наличие каждой из указанных групп заносится в сводную таблицу, где имеется (+) там ставится присутствие данного таксона для этого класса. По окончании внесения отметок обнаружения таксонов, в каждом классе

вспомогательной таблицы подсчитываем число отметок, умножаем на величину индивидуальной классовой значимости таксонов (нижняя строка таблицы 3) и получаем суммарную индикаторную значимость таксонов в каждом классе, максимальное значение указывает на класс качества вод.

Таблица 3. Шкала классов качества вод (Николаев С.Г. и соавт., 2017) [8].

Перечень индикаторных таксонов	Классы качества					6
	1	2	3	4	5	
Губки		+	+			макрозообентоса нет
Трубочник в массе					+	
Плоские пиявки			+	+		
Червеобразные пиявки			+	+	+	
Перловицы			+	+		
Беззубки		+	+			
Шаровки		+	+	+		
Горошинки	+	+	+			
Затворки		+	+			
Веснянки (кроме Nemouridae)	+	+				
Бокоплав	+	+	+			
Водяной ослик			+	+	+	
Речной рак		+	+			
Водяные клопы		+	+	+		
Ручейники (сем. Rhyacophilidae)	+	+				
Ручейники (р. Neureclipsis, р. Molanna, р. Brachycentrus)		+	+			
Ручейники (сем. Hydroptilidae)			+	+		
Ручейники (р. Anabolia)			+	+		
Роющие личинки подёнок		+	+			
Плоские личинки подёнок		+	+	+		
Личинки стрекоз (красотка и плосконожка)		+	+			
Личинки стрекоз (Дедки)			+	+		
Личинки вислоккрылок			+	+		
Вилохвостка	+	+				
Личинки мошек		+	+	+		
Мотыль				+		
Мотыль в массе					+	
Крыска			+	+	+	
Индивидуальная классовая значимость таксонов	20	6	5	7	20	

Наличие каждой из указанных групп заносится в сводную таблицу, где имеется (+) там ставится присутствие данного таксона для этого класса. По

окончании внесения отметок обнаружения таксонов, в каждом классе вспомогательной таблицы подсчитываем число отметок, умножаем на величину индивидуальной классовой значимости таксонов (нижняя строка таблицы 3) и получаем суммарную индикаторную значимость таксонов в каждом классе. Максимальное значение указывает на класс качества вод.

Индексы Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека. Для оценки качеств вод также была применена методика Пантле-Букка в модификации Сладчека [8]. Так как для индикаторных организмов рассчитан индекс сапробности «s» (по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека), и выявлена приуроченность данного организма к той или иной сапробной зоне (той или иной степени загрязнения воды), можно установить и средние показатели для отдельных участков водоема.

Ниже приводится расшифровка условных обозначений и формула для вычисления степени загрязнения водоёма по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека. Это универсальный индекс, применяемый на любых водоемах и использующий как планктон, так и бентос. Разработан для классической 4-балльной системы сапробности Кольквитца-Марссона. Это один из наиболее популярных методов биоиндикации, применяется в Гидромете о службе России [8].

Первым шагом в оценке сапробности (как и в других методах биоиндикации) является сбор и определение макробентоса изучаемого водотока (со всех доступных донных субстратов) и составление списка найденных таксонов. Определение ведется до уровня вида или, в крайнем случае, рода. Сапробность таксона S показывает, в водах какой степени загрязненности он обычно встречается. Обилие h может оцениваться различным образом, часто используют численность каждого вида; при отсутствии точных данных по численности обилие оценивают в баллах по 5-, 7- или 9-балльной шкале (например: единичные находки – 1 балл, частые встречи – 3 балла, массовое развитие – 5 баллов). При наличии в пробе 10 и более индикаторных видов метод оценки h обычно не играет существенной роли. Таким образом, сам индекс – это среднее значение сапробности всех найденных видов, с учетом их обилия. Числовая шкала для сапробности (как организмов, так и водоемов) приведена в таблице 4. Формула для расчёта индекса сапробности по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека:

$$s = \frac{\sum(sh)}{\sum h},$$

где: h - относительная частота встречаемости (обилие) гидробионтов; s – сапробная валентность.

Для статистической достоверности результатов исследования необходимо, чтобы в пробе содержалось не менее 12 индикаторных видов с общей суммой частоты встречаемости (обилия) $\sum h$, равной 30.

Использовалась следующая оценочная шкала чистоты воды [8]:

1) ксеносапробная зона – 0-0,50 (очень чистые);

- 2) олигосапробная - 0,51-1,50 (чистые);
- 3) β -мезосапробная - 1,51-2,50 (удовлетворительной чистоты);
- 4) α -мезосапробная - 2,51-3,50 (загрязнённые);
- 5) полисапробная - 3,51-4,00 (грязные). [8].

Химический анализ

Для проведения химического анализа воды мы использовали профессиональный набор капельных тестов для оценки качества воды «NILPA PRO».

С помощью тестов проанализированы следующие характеристики воды:

- Кислотность (рН);
- Электропроводность;
- Общая жесткость (GH);
- Карбонатная жесткость (KH);
- Аммиак/Аммоний, хлор ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$, Cl)
- Нитриты (NO_2^- , мг/л);
- Нитраты (NO_3^- , мг/л);
- Фосфаты (PO_4^{3-} , мг/л);
- Железо ($\text{Fe}^{2+/3+}$);
- Медь (Cu^{2+}).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе исследования нами была проведена оценка экологического состояния реки Харинка по 3-м станциям (таблица 4) с использованием биоиндикационных методов. В таблице 4 представлено описание обследованных станций.

Таблица 4. Описание станций реки Харинка

	<i>Характеристика</i>
Станция 1	Цвет воды желтовато-бурый, грунт песчано-иловый, запах речной, присутствует пленка зеленого цвета, происходит цветение воды.
Станция 2	Вода темная с зеленым покровом, вода цветет. Грунт иловый, серо-бурого цвета с сероводородным запахом.
Станция 3	Цвет воды желтовато-бурый, грунт песчано-иловый, запах речной.

Нами был проведен профессиональный тест для оценки качества воды «NILPA PRO». Полученные результаты химического анализа занесены в таблицу 5.

Результаты обследования трех станций показали, что экологическое состояние первой станции является самым неудовлетворительным, имеются отклонения от ПДК по наличию фосфатов, это объясняется попаданием в воду удобрений и бытовых отходов, превышение аммиака и иона аммония связано с осуществлением в воде различных белковых разложений, и превышение по наличию нитритов, из-за загрязнения акватории. В то же время состояние других двух станций не является чистым, во втором створе отклонения от ПДК по наличию железа, что может быть связано с расположением на станции заржавевшей трубы и отходов, которые сливаются в реку. На третьей станции наблюдается отклонение от ПДК по наличию фосфатов и иона аммония, о чём было сказано ранее.

Таблица 5. Результаты химического анализа

	ПДК	Станция 1 «Лодочная станция»	Станция 2 «Завод у родника»	Станция 3 «Пляж»
pH	-	7.40	7.10	7.30
Электропроводность (нем. градусы)	-	15.40	18.30	20.0
$Fe^{2+/3+}$, (мг/л)	0.1	0.1	0.4	0.1
PO_4^{3-} , (мг/л)	0.15	0.25	0.0	0.25
Cu^{2+} , (мг/л)	0.001	0	0.0	0.0
NH_3/NH_4^+ , (мг/л)	0.05/0.5	2.0	0.0	1.0
КН (нем. градус)	-	6.0	6.0	6.0
ГН (нем. градус)	-	8.0	11.0	7.0
NO_2^- , (мг/л)	0.08	0.1	0.0	0.0
NO_3^- , (мг/л)	40	0.0	1.0	1.0

В результате проведения гидробиологического обследования нами были отловлены и определены организмы. Результаты исследований занесены в таблицу 6.

Таблица 6. Результаты отлова гидробионтов, представителей макрозообентоса для различных станций

	Станция 1	Станция 2	Станция 3	s
Катушка роговая	1	1	-	1,7
Прудовик овальный	2	1	-	2,15
Живородка речная	1	-	-	1,8
Комарик земноводный	7	-	-	-
Саенис (поденка)	12	5	4	2,5
Пиявка малая ложноконская	7	-	16	2,5
Физа пузырьчатая	-	1	-	1,6

Пиявка улитковая	2	-	2	3
Ephemera (поденка)	4	10	3	1,55
Водяной ослик	4	6	3	2,8
Рыбья пиявка	2	4	-	2,0
Стрелка	1	1	2	2,5
Хирономида (мотыль)	12	11	-	3,5
Водяной скорпион	-	1	-	1,55
Simulium (мошка)	-	9	1	-
Клещ красный водный	-	2	7	-
Leptophlebia (поденка)	-	6	-	1,75
Ручейник ромбический	-	1	-	1,5
Ручейник желтоусый	-	2	-	1,5
Ручейник микроптерна	-	1	1	1,0
Бабка	-	-	1	-
Личинка комара-долгоножки	-	-	1	-
Ручейник триенодис	-	2	-	1,8

При проведении исследований с помощью биоиндикационных методов, данные за 2024г. были сопоставлены с данными 2016-2019гг., представленных в предыдущих работах (Минников Я.В.)

По индексу Майра в 2024 году вода на первой станции («Лодочная станция») является грязной, на второй станции («Завод у родника») и на третьей («Пляж») вода соответствует 3 классу качества (рис.4).

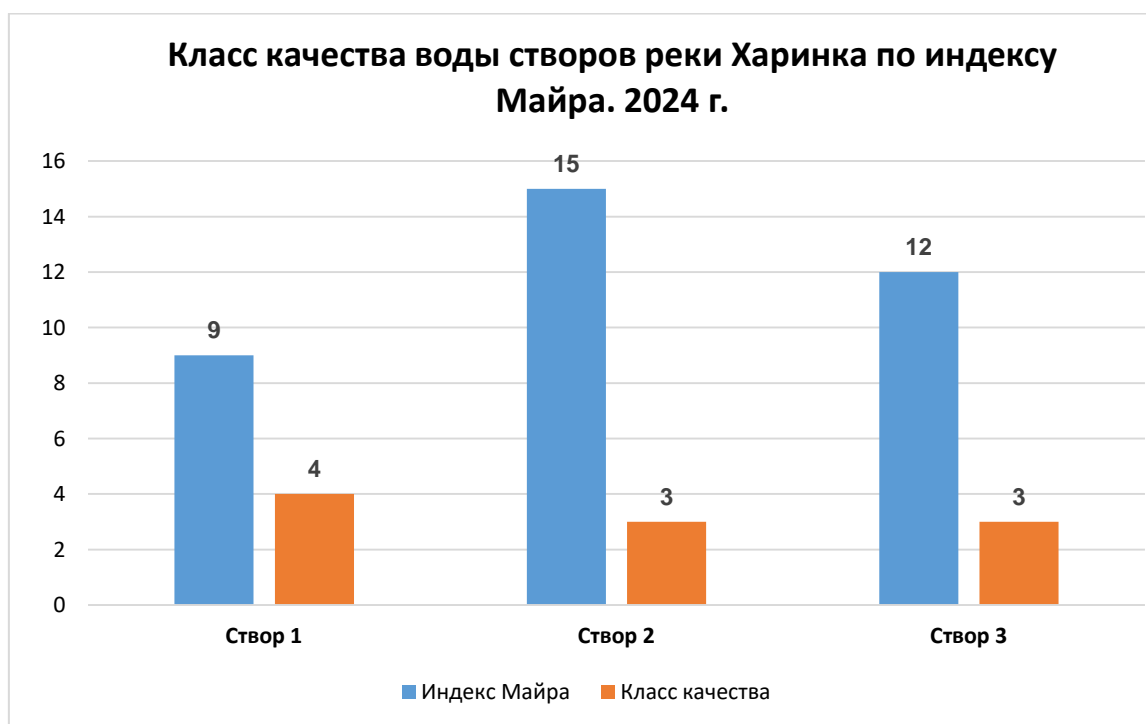


Рис. 4. Определение класса качества створов реки Харинка по индексу Майра (2024 г).

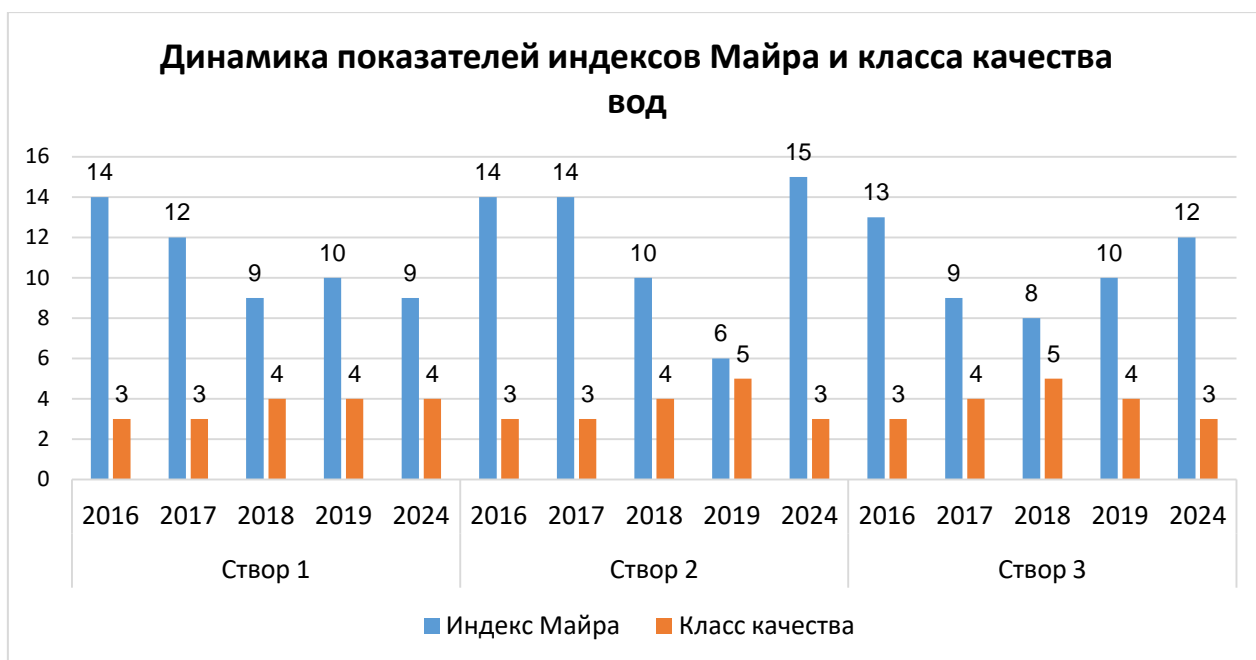


Рис. 5. Сравнительная оценка показателей индексов Майра (2016-2019 и 2024 гг.)

По индексу Майра всем трем станциям реки Харинка в 2016 году соответствует третий класс качества - загрязненные воды. В 2017 году состояние вод ухудшилось - воды станции «Пляж», имеют 4 класс качества, а индексы для станций №1 и 3 существенно снизились. В 2019 г. состояние вод реки на 1-й и 2-й станциях ухудшилось, на 3станции - улучшилось. Но, все же, по этой методике, воды реки Харинка также являются загрязненными (рис.5).

Сравнив данные, мы видим тенденцию к ухудшению качества вод.

Индекс Николаева. По методу С.Г. Николаева, воды реки Харинка являются грязными и соответствуют 5 классу качества (рис. 6).



Рис. 6. Класс качества воды по индексу С.Г. Николаева (2024 г.)

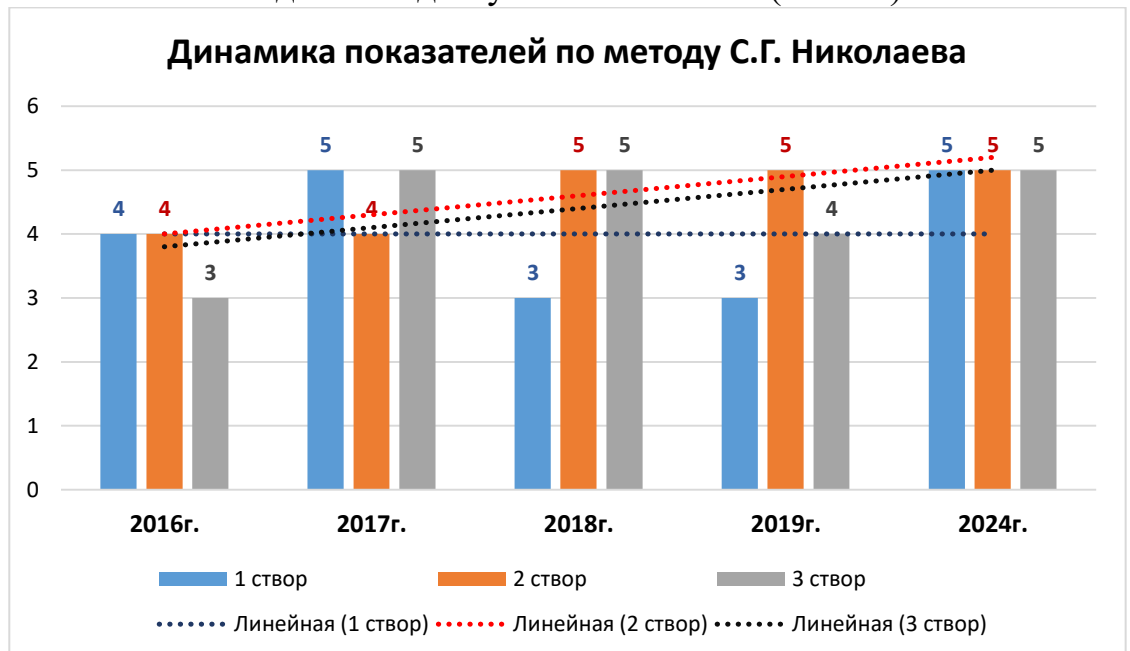


Рис. 7. Сравнительная оценка показателей индексов С.Г. Николаева (2016-2019 и 2014 гг.)

По методу С.Г. Николаева, река Харинка является загрязненной в 2016-2017 гг. и соответствует 4-му классу качества воды для 1-ой и 2-ой станций – «лодочной станции» и «заводи» соответственно, и 3-му классу для 3-ей станции – «пляжа» в 2016 году. Воды реки являются загрязненными, α -мезосапробными. В 2017 г. воды 1-ой и 3-ей станций соответствовали 5 классу качества («грязные»), 2-ой станции - 4 классу качества («загрязненные»). В 2018 г. воды всех 3, кроме лодочной, станций, соответствуют 5-му классу качества (грязные). Воды лодочной станции соответствуют 3-му классу качества (воды удовлетворительной чистоты). В 2019 году произошло относительное улучшение качества вод в реке по

сравнению с 2018 г. Воды 3-й и 4-й станций соответствуют 4 классу качества вод, хотя в 2018 г. соответствовали 5-му. В 2024г. состояние всех трех станций стало «грязным» и соответствует 5-му классу качества (рис. 7). Индекс значительно снизился для всех станций, и тенденция ведет к ухудшению экологического состояния вод.

По индексам Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека по результатам исследования в 2024 г. все 3 станции по всем методам являются β - мезосапробными (удовлетворительной чистоты), кроме 1 станции по Индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека. Этот створ, по этому методу является α - мезосапробным (загрязненным) (рис. 8).

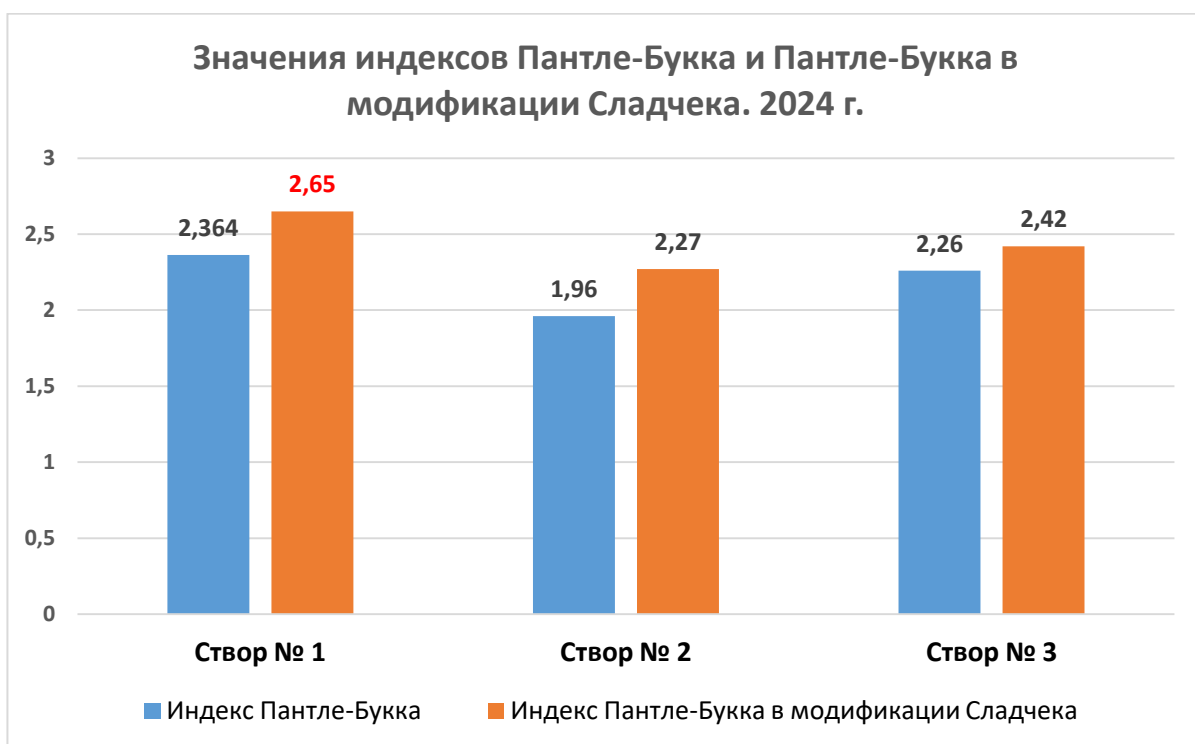


Рис. 8. Класс качества воды по индексам Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека (2024 г).

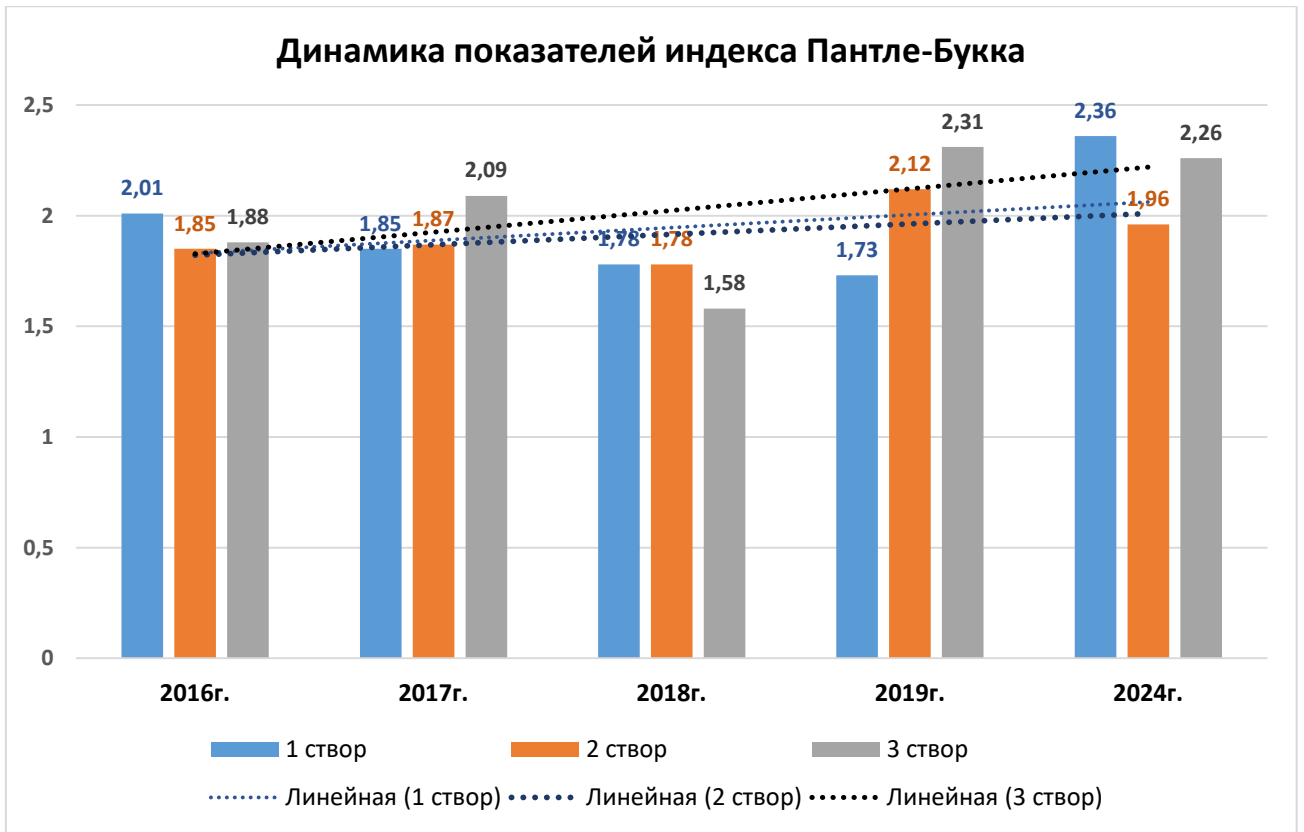


Рис. 9. Сравнительная оценка показателей индексов Пантле-Букка (2016-2019 и 2024 гг.)

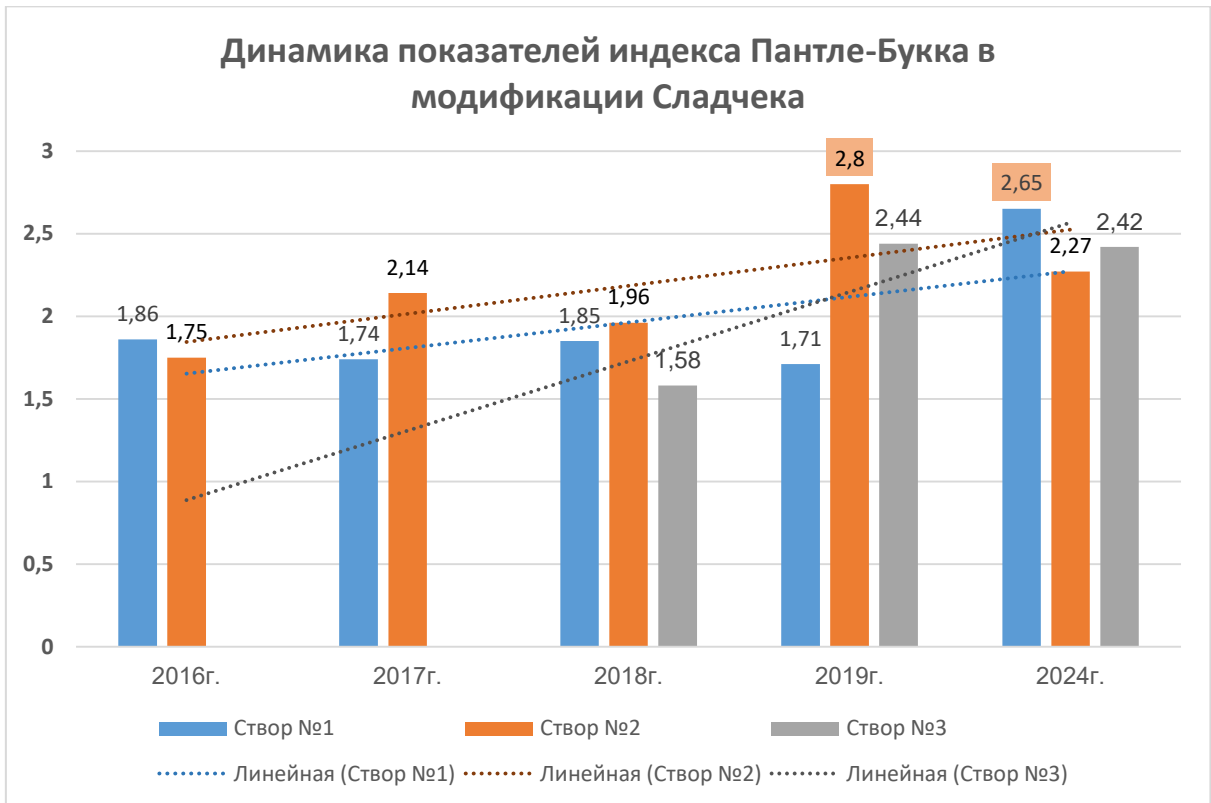


Рис. 10. Сравнительная оценка показателей индексов Пантле- Букка в модификации Сладчека (2016-2019 и 2024 гг).

По результатам исследования, по данным методикам все станции в 2016-2019 годах соответствуют β -мезосапробной зоне (воды удовлетворительной чистоты). Хотя, в 2019 г. 2-я станция по индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека соответствует α -мезосапробной зоне.

При анализе тенденций изменений индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека в зависимости от порядкового номера года исследований следует отметить тенденцию к ухудшению качества вод для 1-ой станции и улучшение – для 2-ой и 3-ей на период 2016-2019г. Для третьей станции в 2016 и 2017гг. оценка с использованием количественных показателей по индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека не проводилась и сравнить показатели мы можем только за период с 2018 -2019 гг. и 2024 г. Однако, здесь также прослеживается тенденция к ухудшению качества вод.

На экологическое состояние реки существенное влияние оказывает зарегулирование стока. С целью рекреационного использования было создано водохранилище, регулируемое дамбой, что приводит к застою воды и накоплению органики. Исходя из этой информации, мы видим, что в 2024г. состояние вод на 1-ой и 3-ей станциях ухудшилось, но на 2-ой улучшилось. В общем индекс все-таки понизился, и тенденция ведет к ухудшению экологического состояния вод.

Исследуя соотношение групп организмов по сапробной валентности для 3-х станций р. Харинка, мы пришли к выводу, что на 1-ой станции отсутствуют организмы олигосапробной зоны, организмы α -мезосапробной и β - мезосапробной характерны для всех станций, доминирующей группой для всех станций являются организмы β - мезосапробной зоны (рис.11).



Рис.11 Соотношение групп организмов по сапробной валентности.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Таким образом, по итогам нашего исследования воды реки Харинка в 2024 году следует отнести к «грязным». Биоиндикационные методы показали, что для исследуемых станций в 2024 г. характерна значительная степень загрязнения. Показатели качества вод реки Харинка в пределах парка - существенно ухудшились, что связано с процессами зарастания и ухудшением состояния береговой линии.

Воды реки «Харинка» являются загрязненными (α -мезосапробными) и грязными (β -полисапробными) для большинства станций по индексам Майера и С.Г. Николаева.

Отмечено лишь 23 вида гидробионтов, относящихся к группе макрозообентоса. Присутствуют организмы олигосапробной, α -мезосапробной и β -мезосапробной зон.

Доминирующей группой являются организмы β -мезосапробной зоны.

Почти все воды реки соответствуют β -мезосапробной зоне по индексам Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека.

Химический анализ показал высокое содержание железа на 2 станции, что объясняется расположением ржавой трубы на станции и отходов, которые сливаются из неё, иона аммония на 1 и 3 станциях, который образуется в результате белковых разложений, фосфатов на станциях №1 и 3, и нитритов на 1-ой, за счёт органического загрязнения акватории.

С каждым годом парк посещает все больше людей, из-за этого также может ухудшаться состояние вод, поскольку посетители не задумываются о серьезности последствий и нарушают правила. Они сбрасывают в воду бытовые отходы, разжигают костры, вытаптывают растительность (когда ходят не по тропинкам, которые предназначены для этого) и т.д. Отмечена тенденция к ухудшению экологического состояния вод, что может быть связано с жарким летом 2024г., когда температура превышала 30°C, вследствие чего существенно уменьшилось количество кислорода в воде.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие **выводы:**

1. Воды реки «Харинка» являются загрязненными (α -мезосапробными) и грязными (β -полисапробными) для большинства станций по индексам Майера, С.Г. Николаева, Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека, а пляж, по нашим данным, на данный момент не может быть рекомендован для купания.

2. По результатам химического анализа состояние 1-ой и 3-ей станций является наиболее неудовлетворительным по количеству отклонений от ПДК по содержанию фосфатов, иона аммония и нитритов, для 2-ой станции содержание железа в несколько раз превышает предел допустимой концентрации для водоемов рыбохозяйственного назначения.

3. Отмечена тенденция к **ухудшению** экологического состояния вод реки, что связано как с климатическими условиями, так и с усилением рекреационной нагрузки и зарегулированием стока.

На основании исследований для улучшения состояния парка мы можем дать следующие **практические рекомендации**:

1. Запретить разжигание костров, вырубку деревьев вблизи берега, установить запрещающие знаки.
2. Использовать для перемещений по парку только готовую дорожно-тропиночную сеть, что позволит снизить вытаптываемость берега.
3. Закрыть все источники слива загрязнений.
4. Сосредоточить внимание на соблюдение правил посетителями.
5. Проводить очистку акватории от упавших деревьев и мусора, в местах скопления растений-макрофитов проводить и скашивание водной косилкой.

5 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ:

1. Данилова Ю.А., Ляндзберг А.Р. Полевой определитель основных групп пресноводных беспозвоночных. Санкт-Петербург. 1999.
2. Шиширина Н. Е., Ихер Т. П., Тарарина Л.Ф. Макрозообентос водоемов. Тула 2003.
3. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум. Санкт-Петербург. Крисмас+. 2003.
4. Николаев С.Г. Методы биоиндикации уровня загрязнения малых рек по составу макрозообентоса. Иваново, 1993.
5. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Гидрометеогодат. Л. 1977.
6. Хейсин Е.М. Определитель пресноводной фауны. М., Учпедгиз. 1962
7. Чертопруд М.В. Мониторинг загрязнения по составу макрозообентоса. Москва. 1999.
8. Чертопруд М.В. Мониторинг загрязнения по составу макрозообентоса. Москва. 2000.
9. Экология родного края. Ред. Т.Я. Ашихминой. Киров: Вятка. 1999.
10. Оперативный метод биоиндикации классности качества поверхностных вод. НПО Институт пресноводной аквакультуры. Методические указания, Николаев С.Г, Э.И. Извекова, Л.А. Смирнова, Москва, 2017г.

Интернет-ресурсы:

11. [http://wikimapia.org/11801162/ru/"парк Харинка"](http://wikimapia.org/11801162/ru/)
12. http://in3p.ru/showobjectid/record_37:4.html[http://yavix.ru/вики%20Харинка%20\(парк\)](http://yavix.ru/вики%20Харинка%20(парк))
13. www.ecology.ru
14. www.ecoclub.nsu.ru
15. www.ecocom.ru
16. www.ecopages.ru
17. Харинка: [рус.] / textual.ru // Государственный водный реестр : [арх. 15 октября 2013] / Минприроды России — 2009. — 29 марта.

ПРИЛОЖЕНИЕ



ФОТО 1. Станция 1. Лодочная станция



ФОТО 2. Станция 2. Заводь у родника



ФОТО 3. Станция 3. Пляж



ФОТО 4. Разбор проб



ФОТО 5. Отлов гидробионтов

Приложение 1. Таксономический список представителей макрозообентоса отмеченных, в районе исследования (2016-2019гг., 2024г.).

Тип Annelides – Кольчатые черви

Класс Hirudinea – Пиявки

Отряд Rhynchobdelliformes – Хоботные пиявки

Семейство Glossiphoniidae – Плоские пиявки

1) *Glossiphonia complanata* L. – Улитковая пиявка

Семейство Piscicolidae – Рыбьи пиявки

2) *Piscicola geometra* L. – Рыбья пиявка

Отряд Pharyngobdellae – Глоточные пиявки

Семейство Herpobdellidae

3) *Herpobdella octoculata* L. – Малая ложноконская пиявка

Тип: Моллюски

Класс: Брюхоногие

Отряд: Лёгочные моллюски

Семейство: Физиды (Physidae)

1) *Physa fontinalis* L. - физиды пузырчатая

Семейство: Прудовики (Lymnaeidae)

2) *Lymnaea ovata* Drap.-прудовик овальный

Отряд Discopoda

Семейство Planorbidae – катушки

3) *Planorbis corneus* L. – Роговая катушка

Тип: Членистоногие

Класс Crustacea – Ракообразные

Отряд Isopoda – Равноногие раки

Семейство Asellidae

1) *Asellus aquaticus* L. – Водяной ослик

Подкласс Malacostraca

Отряд Viviparidae - живородки

1) *Viviparus viviparus* sp. - живородка речная (живородящая лужанка)

Подкласс: Acari - Клещи

Отряд: Trombidiformes

Подотряд: Prostigmata

1) *Hydracarina* sp. - водяной клещ

Подтип: Трахейнодышащие

Класс: Насекомые - Insecta

Отряд: Ручейники –Trichoptera Kirby, 1813

Семейство Limnophilidae

1) *Limnophilus rhombicus* L. - ручейник ромбический

2) *Limnophilus flavicornis* – Ручейник желтоусый

Семейство Leptoceridae

3) *Triaenodes* sp.

Семейство Tipula

Tipula sp. – комар-долгоножка

Odonata – Стрекозы

Семейство Coenagrionidae

1) *Coenagrion hastulatum* Charp. - стрекоза стрелка

Семейство Corduliidae – Бабки

2) *Cordulia* sp. - стрекоза бабка

Отряд Ephemeroptera – Поденки

Семейство Ephemerellidae

1) *Ephemerella ignita* L. - поденка красно-коричневая

Семейство Potamanthide

2) *Potamanthus luteus* L. -потамантус

Семейство Leptophlebiidae

3) *Leptophlebia marginata* L. - лептофлебия

Семейство Caenidae - Грязевые поденки

4) *Caenis macrura* sp. - грязевик бахромчатый

Отряд Hemiptera – Полужесткокрылые

Семейство Nepidae – Водяные скорпионы

1) *Nepa cinerea* L. – Водяной скорпион

Отряд: Двукрылые

Семейство Chironomidae -Звонцы

1) *Chironomus* sp.–мотыль

2) *Dixella* D. - комарик земноводный

Семейство Simuliidae - Мошки

5) *Coophthora sericata* sp.