

Чатраускас В.О., Тупицын С.С. Биоиндикация и химический анализ воды из р. Полуй в г. Салехарде (ЯНАО) вблизи промышленного предприятия

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 574.21

**Биоиндикация и химический анализ воды из р. Полуй в г. Салехарде
(ЯНАО) вблизи промышленного предприятия**

Чатраускас В.О., Тупицын С.С.

Тюменский государственный университет

Аннотация

Произведен отбор проб воды и личинок хирономид в 3 точках из р. Полуй в г. Салехарде (ЯНАО) вблизи промышленного предприятия. Выполнен химический анализ воды на нефтепродукты и металлы (железо, марганец). Осуществлена таксономическая идентификация личинок, их морфометрический анализ (длина тела и ширина головной капсулы). Выявлены значительные превышения ПДК и связанные с этим статистически значимые морфометрические изменения.

Ключевые слова: ЛИЧИНКИ ХИРОНОМИД, ПДК, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ЯНАО

Введение

Теоретические и практические вопросы, связанные с химическим загрязнением, обретают всё большее значение в связи с возрастанием техногенной нагрузки на окружающую среду. Загрязнение водоемов общепромышленными и хозяйственно-бытовыми стоками создает неблагоприятные условия для рыбохозяйственных, рекреационных и даже промышленных целей [1].

Для оценки экологического благополучия важен экологический мониторинг - организованный контроль окружающей природной среды [2]. За последние годы концепция мониторинга поверхностных пресных вод подверглась существенным видоизменениям. Произошел переход от чисто химических методов оценки качества воды к биологическим методам оценки [3], что важно в условиях комплексного загрязнения. Для диагностики используются контрольные организмы - биоиндикаторы, которые позволяют делать

заключение о состоянии среды в месте их обитания.

Среди водных организмов бентические макробеспозвоночные, обитающие в поверхностном слое донных отложений во внутренних водах, являются высокочувствительными биологическими индикаторами, поскольку они подвержены результирующему воздействию загрязняющих веществ и, таким образом, реагируют на многие экологические стрессоры. Водные двукрылые часто являются важным компонентом бентосного биома, и среди них хирономиды (комары-звонцы) широко представлены в пресноводных экосистемах, особенно в трофических сетях, нарушаемых большими органическими нагрузками [4].

Хирономиды играют важнейшую роль в биоиндикационных исследованиях за счет высокого видового разнообразия, хорошо выраженной биологической принадлежности и встречаемости во всевозможных вариантах водных пространств [5]. Личинки комаров-звонцов обладают множеством преимуществ в качестве биоиндикаторов. Различные исследования указывают на эту особенность этих организмов [6-9]. Благодаря быстрому развитию и изменению генераций, они могут оперативно реагировать на изменения в окружающей среде. Кроме того, их экологическая представленность и чувствительность к условиям окружающей среды позволяет использовать их для оценки и интерпретации экологической изменчивости с высокой точностью. Они могут быть использованы и в качестве показателей эвтрофикации, закисления, токсического загрязнения и других химических и физических изменений окружающей среды [10]. Кроме того, при влиянии на них подобных факторов, у этих животных наблюдаются различные изменения в политенных хромосомах [11].

Цель работы состояла в оценке экологического состояния водной среды в зоне влияния промышленного объекта при использовании личинок комаров-звонцов семейства *Chironomidae* в качестве биоиндикаторов.

Материал и методы

Хирономиды (*Chironomidae*) - группа двукрылых насекомых. Личинки хирономид (рис. 1) являются одной из самых распространенных групп бентосных организмов. Они зачастую оказываются самыми доминирующими компонентами зообентоса по видовому составу и численности, реже по биомассе, и вносят значительный вклад в структуру

сообществ [12]. Хирономиды составляют неотъемлемую часть мировой фауны [10]. Кроме того, они не представляют угрозы для человека и могут быть использованы в качестве корма для рыб [13]. В настоящее время насчитывается около 5000 видов хирономид в 440 родах и 11 подсемействах [14].

Сбор материала был проведен в августе 2023 г. в г. Салехарде (ЯНАО) на реке Полуй. Пробы воды отобрали в 3-х точках. Точка №1 расположена вблизи промышленного предприятия. Точка №2 удалена от точки №1 на 800 м и расположена выше по течению, точка №3 удалена от точки №2 на 900 м и расположена ниже по течению. Отбор проб был осуществлен с борта моторной лодки.



Рис. 1. Личинка *Chironomus plumosus* (фото авторов).

В каждой точке было отобрано 5 донных проб для последующего анализа личинок хирономид. Донные пробы отбирали дночерпателем Петерсона путем зачерпывания ила. Личинки из песка извлекали отмучиванием. Собранный ил помещали в металлическое ведро, затем туда наливали воду. Песок взмучивали рукой или палкой, затем выливали содержимое в гидробиологический сачок. Всплывших личинок *Chironomus plumosus* помещали в ёмкость с водой для дальнейшей обработки.

Также осматривали заросли и коряги около места сбора. Личинок из зарослей отбирали путем выполаскивания растительности в металлическом ведре. Для уменьшения деформации личинок переливали жидкость вместе с ними из ведра в гидробиологический сачок, а оттуда в ёмкость с уже собранными личинками. В камеральных условиях личинок

с каждой из точек помещали в соответствующие пенициллиновые флаконы, а затем добавляли 4%-ный раствор формалина для фиксации. Идентификация личинок была осуществлена при использовании бинокля Биомед МС-1 и соответствующих определителей [15-18]. Морфометрические измерения длины тела и ширины головной капсулы личинок проводили по [19].

Кроме того, в каждой из точек была отобрана вода (3 пробы на 1 точку) для последующего химического анализа на содержание металлов (железо и марганец) и нефтепродуктов. Сбор воды производили также с помощью дночерпателя Петерсона. Эту воду переливали из дночерпателя в металлическое ведро и разливали по отдельным емкостям, в стеклянные и пластиковые бутылки. Объем отобранной воды составлял 1 литр для каждой из точек.

Дополнительно, для последующего анализа воды на содержание нефтепродуктов, в стеклянные бутылки, наполненные водой, поочередно добавляли смеси серной кислоты (H₂SO₄), затем четырёххлористого углерода (CCl₄), из расчета 1 мг концентрированной кислоты и 2,0-3,0 мг четырёххлористого углерода на 1 дм³ пробы. Отобранные и подготовленные таким образом пробы воды были доставлены в Лабораторию экологических исследований ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», где и были проанализированы.

Результаты и обсуждение

Общее количество проанализированных личинок хирономид составило 336 особей, большая часть из которых была представлена видом *Chironomus plumosus* (табл. 1)

Таблица 1. Систематическое положение идентифицированных до вида личинок хирономид и их количество, шт.

Отряд	Семейство	Род	Вид	Количество
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Chironomus</i>	<i>Chironomus plumosus</i>	204
			<i>Chironomus muratensis</i>	51
			<i>Chironomus obtusidens</i>	41

Также были обнаружены личинки из подсемейств *Orthoclaadiinae* (16 особей) и *Tanyrodinae* (24 особи) (табл. 2), но за счет различных повреждений головной капсулы

дальнейшая идентификация не была возможной.

Таблица 2. Количественно-видовая характеристика точек отбора проб (шт.) р. Полуй в г. Салехарде (ЯНАО)

Вид	Точка №1	Точка №2	Точка №3
<i>Chironomus plumosus</i>	34	73	97
<i>Chironomus muratensis</i>	11	17	23
<i>Chironomus obtusidens</i>	0	15	26
Подсемейство			
Orthoclaadiinae	2	5	9
Tanypodinae	3	9	12

Из таблицы 2 видно, что наибольшее количество особей выявлено в точке №3 и составило 167 личинок, в точке №2 обнаружено 119 личинок, а наименьший результат отбора в 50 личинок получен для точки №1. Таким образом, в месте расположения промышленного предприятия зафиксировано минимальное число личинок в пробах, в 3,3 раза и 2,4 раза меньше чем в пробах из точек 2 и 3, соответственно. Доля личинок хирономид из разных точек отбора проб представлены на рис. 2.

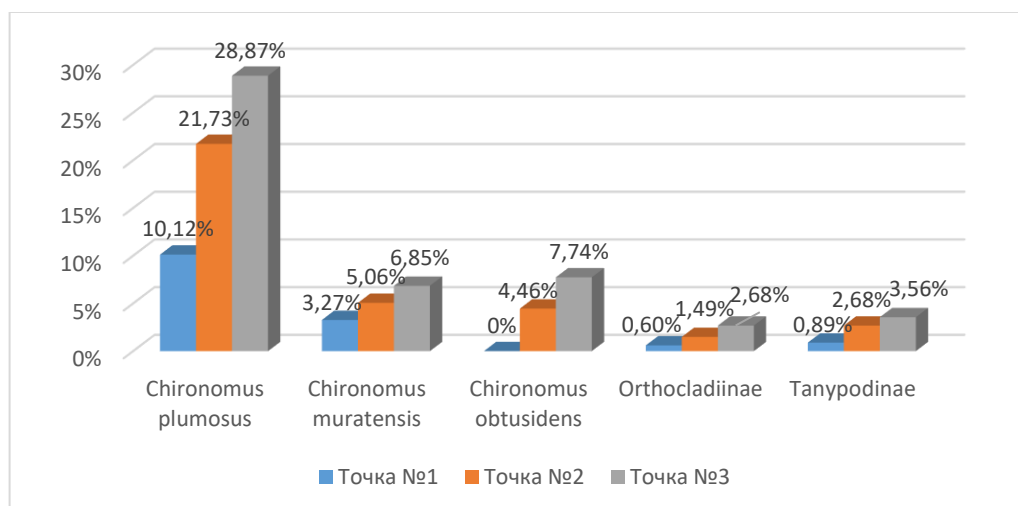


Рис. 2. Частота видов личинок хирономид в трех точках отбора проб, %.

Морфометрический анализ длины тела личинок и ширины их головных капсул, а также последующий статистический анализ позволили установить, что личинки из точки №1 имели наименьшую длину тела и ширину головной капсулы (табл. 3), и эти показатели статистически достоверно различаются от аналогичных показателей из точек №2 и №3.

Таблица 3. Морфометрические показатели длины тела и ширины головной капсулы личинок хирономид в разных точках отбора проб воды из р. Полуй в г. Салехарде (ЯНАО)

-	Длина тела, см	Ширина головной капсулы, см
Проба №1	0,82 ± 0,02	0,09 ± 0,01
Проба №2	0,94 ± 0,02 ▲	0,12 ± 0,01 ▲
Проба №3	0,99 ± 0,02 ▲	0,13 ± 0,01 ▲

Примечание: ▲ - статистически значимые отличия с точкой №1 ($p < 0.05$).

Химический анализ воды на нефтепродукты показал превышение ПДК [20] в 13,4 раза в точке отбора №1 (табл. 4).

Таблица 4. Результаты химического анализа воды из разных точек отбора проб реки Полуй, г. Салехард (ЯНАО)

-	Нефтепродукты, мг/дм ³	Железо (общее), мг/дм ³	Марганец, мг/дм ³
Проба №1	0,67	19,0	0,47
Проба №2	0,090	2,97	0,124
Проба №3	0,039	2,43	0,105
ПДК	0,05	0,1	0,01

В точке №2 этот показатель был превышен в 1,8 раз, в то время как в точке №3 значения в пределах нормы. Показатели содержания марганца (0,47 мг/дм³) превышают ПДК в 47 раз в воде из точки №1. Концентрация марганца в воде из точки №2 выше в 12,4 раза, из точки №3 в 10,5 раза. Показатели железа в воде из всех точек отбора проб существенно превышают ПДК: в точке №1 в 190 раз, в точке №2 почти в 30 раз, в точке №3 в 24,3 раза.

Высокие показатели содержания нефтепродуктов и металлов в воде из точки отбора проб №1, существенно отличающиеся от аналогичных показателей в точках №2 и №3, по-видимому, обусловлены ближайшим расположением точки №1 к промышленному объекту, функционирование которого наглядно демонстрирует негативные последствия для соседней к нему акватории реки, о чем свидетельствуют данные работы с индикаторным объектом (низкая численность, меньшие размеры).

Подобные изменения выявлены и в исследовании Ю. А. Мажайского и Т. М. Гусевой [21]: с увеличением концентрации металлов снижается численность особей. Также в работе Н. К. Гудковой и Т. Л. Горбуновой [22] обнаружено, что при наибольшей концентрации нефтепродуктов снижается численность личинок хирономид. Кроме того, возникают

различные деформации личинок. Например, нефтепродукты могут обуславливать морфологические деформации ротового аппарата [23].

А. С. Красенко [24] указывает на влияние нефтепродуктов на личинок хирономид из озера Янтарное. Даже несмотря на то, что в указанном исследовании ПДК превышены только в 2,5 раза (в отличие от представленного исследования, где ПДК по нефтепродуктам превышен в 13,4 раз), также отмечено скудное видовое разнообразие.

Заключение

Проведенное исследование показало возможность использования личинок хирономид в качестве биодиагностов при оценке экологического состояния водных объектов при антропогенном давлении на них со стороны промышленного предприятия. Факт влияния этого объекта подтверждён химическим анализом воды. Свидетельством в пользу необходимых биодиагностических реакций служат результаты морфометрических измерений ряда параметров анализируемого биологического объекта в местах существенного химического загрязнения водной среды обитания. Таким образом, в работе выявлена четко выраженная ответная реакция личинок хирономид на изменение уровня химического загрязнения.

Список использованных источников:

1. Клишко О. К., Авдеев Д. В., Зазулина В. Е. Роль хирономид (Diptera, Chironomidae) в биологической миграции химических элементов в экосистеме антропогенных водоемов // Институт природных ресурсов, экологии и криологии. – 2005. – № 3. – С. 360-367.
2. Зинченко Т. Д. Амфибиотические насекомые как информативный объект биоиндикации в мониторинге поверхностных вод (на примере хирономид - Diptera: Chironomidae) // Самарская Лука: Бюл. – 2005. – № 16. – С. 4-33.
3. Борисов Р. Р., Чертопруд Е. С., Ковачева Н. П., Оценка качества воды водохранилищ: сравнительный анализ систем биоиндикации по показателям макробентоса // Водные ресурсы. – 2016. – Т. 43. – № 5. – С. 544-554.
4. Goretta E. et al. Use of larval morphological deformities in *Chironomus plumosus* (Chironomidae: Diptera) as an indicator of freshwater environmental contamination (Lake Trasimeno, Italy) // Water. – 2020. – Vol. 12. – № 1. – P. 1-17. DOI 10.3390/w12010001
5. Зинченко Т. Д. Биоиндикационная роль хирономид (Diptera, Chironomidae) в водных экосистемах: проблемы и перспективы // Успехи современной биологии. – 2009. – Т. 129 – № 3. – С. 257-270.

6. Сергеева И.В. Сергеева Е.С., Мещенко И.А. Комплексный подход к определению экологического и санитарно-гигиенического состояния водных биоресурсов Саратовской области. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 1 – С. 54-58.

7. Масюткина Е.А., Шибаета М.Н., Матвеева Е.П. Комары звонцы сем. Chironomidae как показатель качества воды малых водоемов Калининградской области // Известия КГТУ. – 2014. – № 32. – С. 54-62.

8. Головатюк Л.В., Зинченко Т.Д. Биотические идентификаторы в оценке качества воды эталонной реки: сравнительный анализ биоиндикационных индексов реки Байтуган (Высокое Заволжье) / Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. – 2020. – № 162. – С. 134-150. DOI 10/26907/2542-064X/2020/1/134-150

9. Южалина А.А., Обухова О.В., Зайцев В.Ф. Бентосные сообщества как биоиндикаторы нефтяного загрязнения водоема // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития. Международная научная экологическая конференция. Краснодар. – 2020. – С. 311-315

10. Макаренченко Е. А., Макаренко М.А., Зорина О.В., Холин С.К. Фауна хирономид (Diptera, Chironomidae) острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин: материалы Международного сахалинского проекта. Ч 2. – 2005. – Т. 2. – С. 189-222.

11. Петрова Н.А., Михайлова П.В. Использование политенных хромосом слюнных желез хирономид (Diptera, Chironomidae) для оценки загрязнения водных экосистем // Евразийский энтомологический журнал. – 2021. – № 28. – С.38-48. DOI 10.15298/euroasentj.20.1.6

12. Салтанова Н. В. Характеристика сообществ хирономид (Diptera, Chironomidae) реки Кадалинка // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 10. – С. 111-115.

13. Сёмик А. М., Замятина Е.А. Исследование объемов водных биологических ресурсов в заливе Сиваш // Труды ЮгНИРО. – 2017. – Т. 54. – С. 131-136.

14. Биологические индикаторы в палеоэкологических исследованиях. Атлас / по ред. к.б.н. Л.Б. Назаровой. – Казань: Казанский университет, 2013. – 146 с.

15. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Orthoclaadiinae фауны СССР:(Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). – Л.: Наука, 1970. – 344 с.

16. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР:(Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). Л.: Наука, 1977. –154 с.

17. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). Л.: Наука, 1983. – 296 с.

18. Мамаев Б. М. Определитель насекомых по личинкам. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1972. – 400 с.

19. Алексеевнина М. С. Морфометрические параметры преимагинальных стадий хирономид (Diptera, Chironomidae) из дельты Волги // Вестник ПГУ. Биология. – 2009. – №

10. – С. 39-42.

20. Приказ Росрыболовства №20 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения": дата введения 2010-02-09. Минюст РФ, 2010. – 124 с.

21. Мажайский Ю. А., Гусева Т. М. Мониторинг тяжёлых металлов в экосистеме малой реки Окского бассейна // Теоретическая и прикладная экология. 2017. – № 2. – С. 54-59. DOI 10.25750/1995-4301-2017-2-054-059

22. Гудкова Н. К., Горбунова Т. Л. Оценка влияния стоков адлеровского полигона твердых коммунальных отходов на биоценозы реки Херота // Системы контроля окружающей среды. – 2017. – Т. 3. – № 9. – С. 115-121. DOI 10.33075/2220-5861-2017-3-115-121

23. Томилина И. И., Гребенюк Л. П., Ложкина Р. А. Токсичность донных отложений Рыбинского водохранилища по многолетним данным биотестирования. Сообщение 2. Тератологические исследования // Биология внутренних вод. – 2022. – № 1. – С. 84-95. DOI 10.31857/S0320965222010132

24. Красненко А.С. Экосистема озера Янтарное (г. Надым) в изменяющихся условиях среды // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12. – С. 63-68. DOI 10.23670/IRJ.2020.102.12.045

Цитирование:

Чатраускас В.О., Тупицын С.С. Биоиндикация и химический анализ воды из р. Полуй в г. Салехарде (ЯНАО) вблизи промышленного предприятия [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2025. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2025/1/st_106.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202151106>.