Региональная конференция по научно-техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»

Изучение загрязнения участка реки Которосли в районе Стрелки г. Ярославля

Работу выполнила:
ученица 10 «Ф» класса
государственного общеобразовательного
учреждения «Лицей №86»
г. Ярославль, ул. Зелинского, д. 6
Жирнова Виктория Сергеевна, 16 лет

Научный руководитель:
Волкова Лариса Вячеславовна,
учитель биологии

Ярославская область, г. Ярославль

2023

Содержание

Введение…….. 3
Глава 1. Обзор литературы……. 5
Глава 2. Материалы и методы исследования…… 6
Глава 3. Результаты исследования…… …… 8
Заключение…….. 9
Список литературы…… 10
Приложения……. 12

Введение

В настоящее время мониторинг малых рек является важнейшим звеном в системе мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов. Река Которосль – малая река Ярославской области [2], правый приток р. Волги – протекает по трём районам региона и подвергается сильному антропогенному воздействию. В черте г. Ярославля на её берегах находится памятник природы регионального значения «Парк в пойме реки Которосль». При впадении р. Которосли в р. Волгу в г. Ярославле (в районе Стрелки) согласно данным Управления Роспотребнадзора, проводящего санитарно-гигиенический мониторинг, на протяжении многих лет стабильно фиксируется превышение пределов допустимых концентраций по железу, меди, фенолам и другим органическим веществам [3]. Использование биоиндикации для оценки состояния природных водных экосистем многими авторами показало преимущества данного метода. Этим определяется **актуальность выбранной темы** исследований.

Новизна работы заключается в системности мониторинга жизненно важной для региона реки с использованием индекса Майера, природоохранной и просветительской деятельности.

Значение результатов проекта для практики природопользования и охраны окружающей среды: при продолжении исследований в разные сезоны года в течение нескольких лет и в нескольких точках участка Которосли в районе Стрелки результаты проекта могут быть использованы Министерством лесного хозяйства и природопользования (ранее департамент охраны и природопользования) Ярославской области для мониторинга ООПТ регионального значения и подготовке материалов для Докладов о состоянии и об охране окружающей среды региона. Мониторинг участка реки Которосли в районе Стрелки города Ярославля, где находится памятник природы, является обязательным и важным элементом работы отдела по охране, использованию и воспроизводству животного мира и ООПТ Министерства лесного хозяйства и природопользования Ярославской

области. В связи с ограниченностью средств, выделяемых ему, возрастает важность проведенных и проводимых в будущем подобных исследований. Их результаты могут быть использованы для принятия соответствующими службами управленческих и хозяйственных решений.

Цель работы: определить степень загрязнения поверхностных вод региона на примере реки Которосли в районе Стрелки г. Ярославля с использованием индекса Майера.

Задачи:

– освоить метод биоиндикации с помощью беспозвоночных животных;

– провести натурные исследования в августе 2022 г, мае и августе 2023 г на р. Которосль в районе Стрелки г. Ярославля, осуществить сбор беспозвоночных животных;

– провести камеральную обработку проб;

– оценить степень загрязнения участка р. Которосли в районе Стрелки г. Ярославля по индексу Майера.

Гипотеза: поверхностные воды р. Которосли являются загрязненными.

При выполнении работы использованы следующие **методы исследования:**

– анализ источников научной литературы и Интернет-источников;

– метод биоиндикации с использованием пресноводных беспозвоночных животных;

– анализ проб воды реки: определение зооообъектов;

– математическая обработка полученных результатов;

– опрос отдыхающих;

– обобщение,

– графическое представление материала.

Глава 1. Обзор литературы

Водные ресурсы Ярославской области значительны. В регионе имеется 4327 рек и ручьёв общей протяженностью19340 км. С 90-х годов XX века пробудился интерес к ресурсам малых рек, потому что они являются начальным звеном речной сети, и все изменения в их режиме непременно отражаются во всей гидрографической цепи [8]. Река Которосль – малая река Ярославской области – имеет большое хозяйственное значение среди рек региона [2]. Из неё обеспечивается централизованное водоснабжение, рядом с рекой много турбаз, частных домов, построены набережная и пляж, из реки ведется вылов рыбы [3]. В черте г. Ярославля на её берегах находится памятник природы регионального значения «Парк в пойме реки Которосль». Парк охватывает прибрежную территорию Которосли от Стрелки до автомобильного моста на Московском проспекте. [17].

От чистоты воды в Которосли зависит чистота реки Волги. На это направлен «Ярославский проект «Чистая Волга», утвержденный на федеральном уровне [12]. В связи с сильным антропогенным воздействием на Которосль возникает необходимость мониторинга данной реки. Согласно Докладам департамента охраны природы и природопользования о состоянии и об охране окружающей среды Ярославской области, с 2012 по 2018 гг. река Которосль характеризовалась как «очень загрязненная» [3]. Мониторингом состояния реки занимается Роспотребнадзор [3], ЦЛАТИ по ЦФО [18], Ярославский ЦГМС [20], сотрудники ЯрГУ им. П.Г. Демидова [19], ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Ярославской области» [11]. В 2019-2022 гг в Докладах департамента охраны природы и природопользования о состоянии и об охране окружающей среды Ярославской области нет сведений о состоянии реки Которосли [20]. На 2023 год Ярославский ЦГМС выделяет как приоритетные загрязняющие вещества р. Которосли в черте города Ярославля – ХПК и фенолы [7]. Подробнее о загрязнении реки Которосли в приложении Г.

Глава 2. Материалы и методы исследования

Объектом данного **исследования** служит река Которосль – самый крупный и многоводный приток Волги в пределах Ярославской области.

Предметом исследования было определение степени загрязнения поверхностных вод региона, на примере реки Которосли, в районе Стрелки г. Ярославля с использованием индекса Майера.

Методика расчета индекса Майера в приложении Д. Место отбора пробы на участке р. Которосли в районе Стрелки г. Ярославля обозначено на рисунке 1. Отбор проб воды реки производился в 2022 году 21 августа, в 2023 году - 27 мая и 13 августа. Определение группы происходило по атласу-определителю [4] и научной литературе [7]. Изображения гидробионтов-индикаторов расположены в приложении В.

Для идентификации дафний и простейших был использован микроскоп. Для более крупных объектов использовалась увеличительная лупа.

А



Б



Рисунок 1. Место отбора пробы воды на участке р. Которосли в районе Стрелки г. Ярославля [10]: А – отбор проб воды 21.08.2022 г.; Б – отбор проб воды 27.05.2023 г и 13.08.2023 г.

В 2022 году помимо сбора натурного материала был проведен опрос №1 отдыхающих на реке Которосли в районе городского пляжа, расположенного в границах памятника природы «Парк в пойме р.

Которосли» (см. приложение А). После анализа полученных ответов и наблюдения за рекреантами была составлена памятка.

Отлов и сбор гидробионтов происходил в интервале 9:30-10:30. Методика исследования стандартная. Сачок располагали против течения, чтобы отловленные организмы не вымывались водой, и, не доставая до дна, аккуратно водили по воде. После каждого взмаха сачок вынимали, и пойманные организмы вытряхивали в кювету. На них наклеивали этикетки, на которых указывали название реки, а также дату и место отбора пробы.

В 2023 году вновь был проведен опрос №2 отдыхающих в районе городского пляжа (приложение А). Результаты опроса представлены в приложении А. После анализа полученных ответов и наблюдения за рекреантами была усовершенствована памятка (см. приложение Б).

Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение

После проведения камеральной обработки были определены гидробионты пресноводной реки Которосли. Они представлены в таблице 2.

Таблица 2. Гидробионты, обнаруженные в пробах воды реки Которосли

Обитатели чистых вод	**Обитатели водоемов средней загрязненности**	**Обитатели загрязненных водоемов**
август 2022 года		
Не обнаружены.	Моллюски-живородки (1 экземпляр)	Дафния (4 экземпляра) Прудовик малый (1 экземпляр) Личинка речной мошки (1 экземпляр) Простейшие не обнаружены.
май 2023 года		
Личинка поденок (1 экземпляр)	Моллюски-живородки (2 экземпляра)	Прудовик (1 экземпляр) Дафния (3 экземпляра) Простейшие не обнаружены.
август 2023 года		
Не обнаружено	Не обнаружено	Прудовик (3 экземпляра) Дафния (4 экземпляров) Простейшие не обнаружены.

Величина индекса Майера в августе 2022 года соответствует 8 (меньше 11), следовательно, река Которосль является загрязненной. Величина индекса Майера в мае 2023 года имеет значение 12 (больше 11 и меньше 22), следовательно, река Которосль имеет умеренную загрязненность. В августе 2023 года величина показателя равна 7 (меньше 11), следовательно, река Которосль является загрязненной. Полученные расхождения в величине степени загрязнения воды реки могут быть связаны с совокупным действием экологических факторов в разные сезоны года (прежде всего, содержанием кислорода, температурой воды, временем сброса загрязнителей разной химической природы, устойчивостью их в это время года к действию абиотических факторов).

Полученные результаты исследований указывают на то, что выдвинутая нами **гипотеза верна**.

Заключение

Как показал анализ источников литературы и Интернет-источников, результатов своих исследований водоема, Которосль можно отнести к загрязненным водоёмам. С каждым днем экологическая обстановка ухудшается. Для предотвращения загрязнения и обращения внимания на проблему была разработана памятка. В результате изучения работ других авторов и наших исследований пришли к выводу, что за период 2020-2023 гг параметры воды в реке Которосли имеют отрицательную динамику и требуют комплексного подхода по улучшению её экологического состояния.

Наша работа может стать частью более масштабного проекта по применению гидробионтов в исследованиях малых рек Ярославской области с применением биоиндикации и помочь предотвратить дальнейшее их загрязнение. Вместо того, чтобы при каждом выбросе отходов проводить ряд химических реакций, проще проверять степень загрязнения воды на гидробионтах. Это не требует больших материальных затрат, но достоверность исследования высока.

На основе проведенных исследований **сделаны выводы**:

1. Результаты биоиндикации поверхностных вод участка р. Которосли в районе Стрелки г. Ярославля, полученные с использованием пресноводных беспозвоночных животных (индекс Майера в интервале 7-12), указывают на степень загрязнения водоема – «водоём загрязненный».
2. Анализ опроса отдыхающих и визуальное наблюдение за их поведением во время рекреации указывает на необходимость проведения экологического просвещения для широких слоёв населения Ярославля.

Перспективы работы:

– продолжить мониторинг экологического состояния р. Которосли; отобрать пробы в разные сезоны года и в нескольких точках её поймы;

– вести просветительскую работу, начиная со своей школы.

Список литературы

1. География Ярославской области : учебное пособие для учащихся основной общеобразовательной школы, Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2008. с.
2. Гидрология суши: термины и определения. ГОСТ 19179-73. – М.: Изд-во стандартов, 1978.
3. Доклады департамент охраны природы и природопользования о состоянии и об охране окружающей среды Ярославской области.
4. Козлов М. А., Олигер И. М. Школьный атлас-определитель беспозвоночных. – М.: Просвещение, 1991. – 207 с.
5. Рохмистров, В.Л. Малые реки Ярославского Поволжья. Ярославль: РЭА Верхне-Волжское отделение, 2004. pp: 7-8.
6. Сибагатуллина, А.М. и Мазуркин П.М. Измерение загрязненности речной воды (на примере малой реки Малая Кокшага). Академия Естествознания, 2009.
7. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006. – 416 с.
8. Экология Ярославской области : учебное пособие для учащихся 8-9 классов средней школы. Ярославль : Верхне-Волжское книжное из-во, 1996. 175 с.
9. "Соответствует нормам". (Дата доступа 01.10.2022) www.yarsmi.ru/2022/06/15/sootvetstvuet-normam-gde-v-yaroslavle-mozhno-kupatsya-bez-vreda-dlya-zdorovya-otvetil-rospotrebnadzor/?ysclid=la5lzynx4o851124266.
10. Google Карты. Date Views 11.09.2023 www.google.co.mz/maps/.
11. В реках Которосль и Волге. (Дата доступа 01.10.2022) www.yarkremlin.ru/news/kupanie-v-rekakh-kotorosl-i-volge-zapreshcheno/?ysclid=la5lx2njpi371497182.

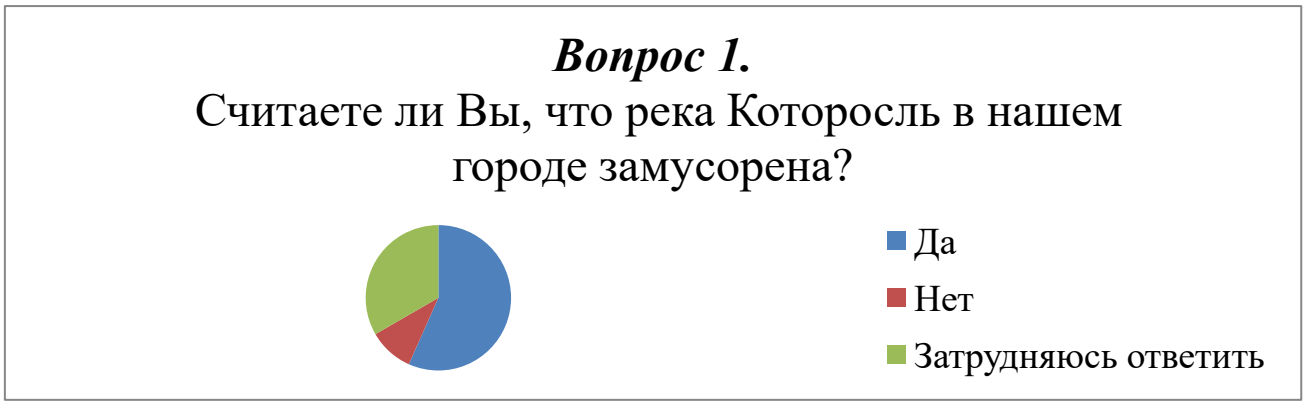
12. Глава региона Миронов: "Ярославский проект "Чистая Волга" утвердили на федеральном уровне". Date Views 22.10.2022 www.yarreg.ru/articles/proekt/?ysclid=lg66p6kmn7136727995.
13. Данные государственного водного реестра. Date Views 09.09.2022 www.textual.ru/gvr/index.php?card=175998.
14. Занялись очисткой реки за федеральные деньги: кто причастен к вонючим сбросам в Которосль // 76.RU URL: https://76.ru/text/gorod/2023/07/04/72458342/?ysclid=lol3lmi9rh117412050 (дата обращения: 05.07.2023).
15. Нестеров, С. С. Использование методов биоиндикации и химического анализа воды для мониторинга экологического состояния и уровня сапробности водоемов / С. С. Нестеров. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 19 (414). – С. 39-46. – URL: https://moluch.ru/archive/414/91467/ (дата обращения: 10.09.2022).
16. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды за 2020 год. (Дата доступа 21.11.2022) www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/godovoy-obzor-2020/.
17. Парк в пойме р. Которосль (Парк в пойме р. Которосли). Date Views 09.09.2022 www.oopt.aari.ru/oopt/
18. ЦЛАТИ по ЦФО. Date Views 10.09.2022 www.clati-cfo.ru/
19. ЯрГУ им. П.Г. Демидова. Date Views 10.09.2022 www.uniyar.ac.ru.
20. Ярославский ЦГМС. Date Views 29.09.2023 www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/za-mesyats/sostoyanie-vodny-h-obektov.

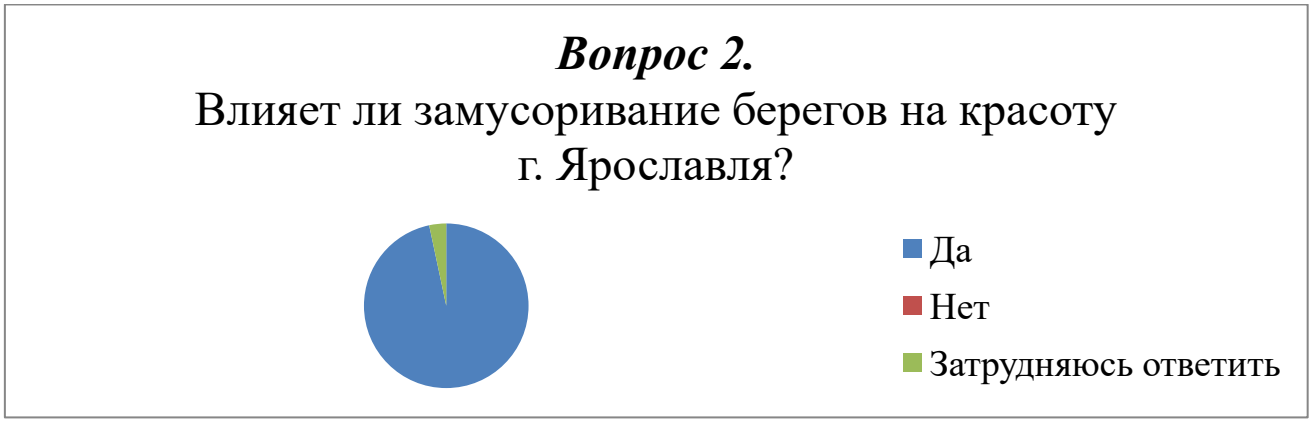
Приложение А.

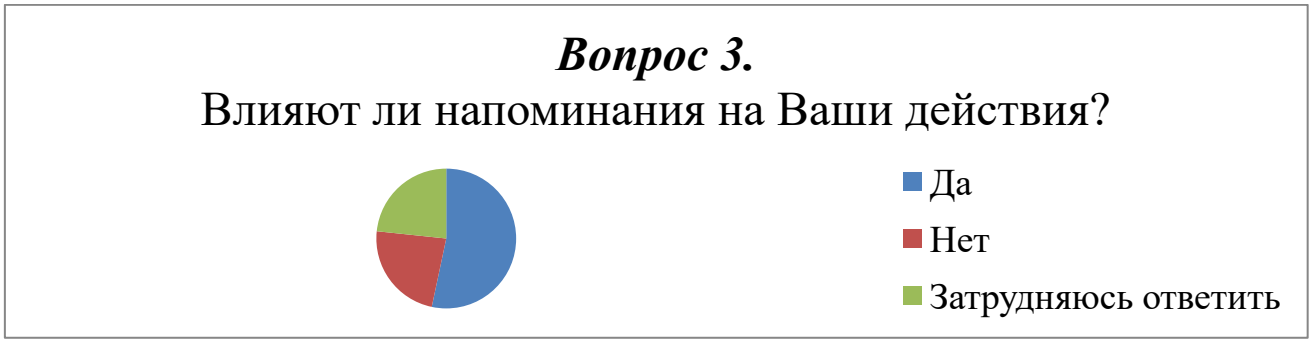
Результаты опроса №1 2022 года посетителей пляжа, расположенного в памятнике природы «Парк в пойме р. Которосли»



Результаты опроса №2 2023 года посетителей пляжа, расположенного в «Парке в пойме р. Которосли»







Приложение Б.

Инфографика. Памятка «Река Которосль»



Приложение В.

Определение организмов-индикаторов

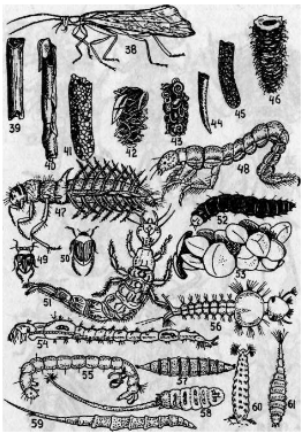


Рис. 8.7 г. Животное население малых рек и озер
38. Ручейник. 39. Чехлик агрипнии. 40. Чехлик ручейника граммотаулиуса. 41. Чехлик стенофилакса. 42,43,46. Чехлик лимнофилуса. 44. Чехлик колчанки. 45. Чехлик стенофилакса ротундипенниса. 47. Личинка большого ручейника. 48. Личинка ручейника, не строящая чехликов. 49. Пеструшка. 50. Желтушка. 51. Личинка плавунца окаймленного. 52. Личинка бабочки ряковой огневки. 53. Чехлик из ряски. 54. Личинка комара коретры. 55. Личинка комара-дергуна. 56. Личинка комара обыкновенного. 57. Личинка слепня. 58. Личинка иловой мухи. 59. Птихоптера. 60. Личинка мокреца. 61. Личинка мухи-львинки

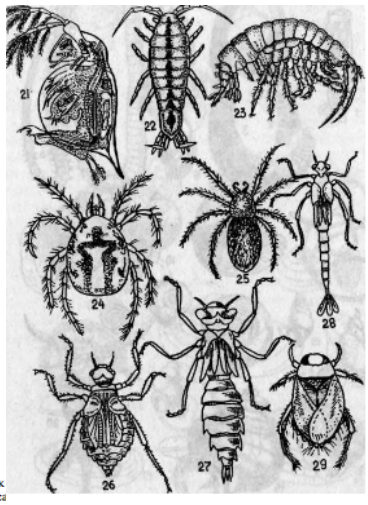


Рис. 8.7 б. Животное население малых рек и озер
21. Дафния. 22. Водяной ослик. 23. Бокоплав. 24. Гидракарина ацеркус торрис. 25. Водяной паук (самка) 26. Личинка настоящей стрекозы. 27. Личинка стрекозы коромысла. 28. Личинка стрекозы лютки. 29. Плавт

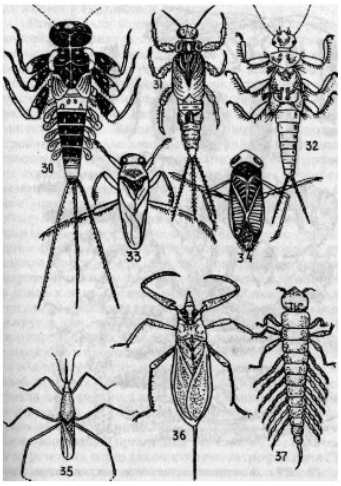


Рис. *8.7 в. Животное население малых рек и озер*
30. Личинка поденки. 31. Личинка поденки кенис макрур
32. Личинка веснянки Перла маргината. 33. Гладыш (клоп
34. Гребляк малый. 35. Водомерка панцирная.
36. Водяной скорпион.
37. Личинка вислокрылки с трахейными жабрами

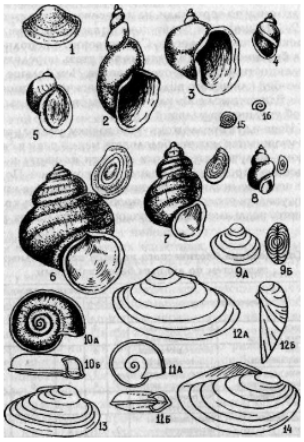


Рис. 8.6. Пресноводные моллюски — биоиндикаторы чистоты водоема
1. Роговая шаровка. 2. Прудовик обыкновенный. 3. Прудовик ушковый. 4. Физа ключевая. 5. Прудовик яйцевидный. 6. Луганканастоящая. 7. Луганка полосатая. 8. Битиния щупальцевая. 9а,б. Горошина. 10а,б. Катушка обыкновенная. 11а,б. Катушка килевая. 12а,б. Перловица вздутая. 13.Перловицаживописцев. 14. Беззубка утиная. 15. Катушка завитая. 16. Катушка гладкая

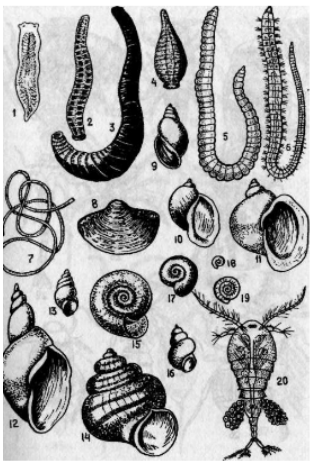
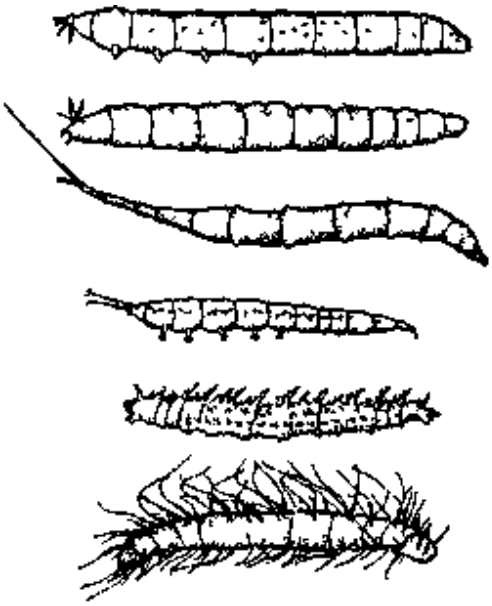
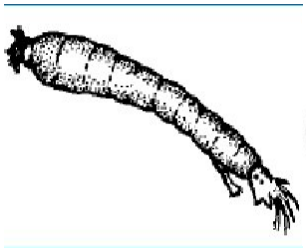


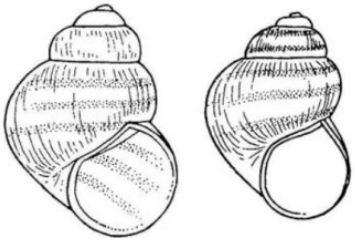
Рис. 8.7а. Животное население малых рек и озер
1. Молочно-белая планария. 2. Малая ложноконская пиявка. 3. Ложноконская пиявка. 4. Улитковая пиявка. 5. Дождевой червь. 6. Трубочник. 7. Волосатик. 8. Шаровка. 9. Физа аостренная. 10. Яйцевидный прудовик. 11. Ушковый прудовик. 12. Обыкновенный прудовик. 13. Прудовик малый. 14. Луганка настоящая. 15. Роговая катушка. 16. Битиния Щупальцевая. 17. Катушка килевая. 18. Катушка гладкая. 19. Катушка круговая. 20. Циклоп



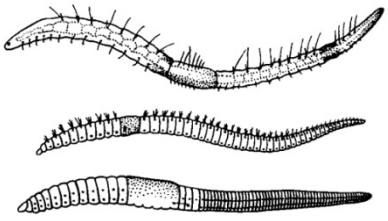
Личинки различных комаров-долгоножек



Личинка мошки



Живородки



Различные олигохеты

Приложение Г.

Загрязнение р. Которосли

В июле 2023 года на реке произошел инцидент, выразившийся в попадании загрязняющих веществ с запахом нефтепродуктов в Которосль. Управлением Росприроднадзора по Ярославской области организован отбор проб на содержание загрязняющих веществ для проведения анализов. После проверки подтвердилось, что грязь попала в воду в месте сброса стоков [14].

При этом качество поверхностных вод оценивается, в основном, по химическому анализу содержащихся в них веществ, который не может в полной мере показать влияние малых концентраций загрязнителей в течение длительного промежутка времени на флору и фауну реки.

Зоопланктон может являться достаточно демонстративным для определения загрязненности водотока выше относительно того места, в котором была отобрана конкретная проба воды. Простейшие могут быть достаточно показательны для оценки ситуации в водоеме непосредственно в момент отбора проб, либо в краткие временные промежутки до того. Они достаточно чувствительны к изменению состояния водоема.

Хорошей, а в ряде случаев и единственной объективно демонстрирующей состояние водоема, группой является зообентос. Он используется для исследования придонной части водоема и отложений. Макрозообентос – это базис многих методик анализа водоема, основанных на биоиндикации. Значительная часть зообентоса представлена моллюсками, но важно учитывать, что не каждый представитель этой группы гидробионтов может быть объективно полезен для методов биоиндикации.

Достоверно хорошие результаты дает анализ загрязнений, используя личинок насекомых. В частности, особенно чувствительны к загрязнениям личинки ручейников тех видов и подвидов, которые не строят защитные домики, так же личинки видов поденок, не имеющих хитиновых защитных пластинок на жабрах. Наличие данных представителей дает возможность

судить о чрезвычайной чистоте, как минимум данного участка водоема [15].

Экологическая обстановка по водному параметру в городе Ярославле остаётся достаточно сложной. Это подтверждается многими исследованиями. Согласно докладам департамента охраны природы и природопользования о состоянии и об охране окружающей среды Ярославской области, 2012-2018 годах река Которосль характеризуется как «очень загрязненная» [3].

В 2020 году Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды проводил масштабное исследование водоемов Ярославской области. Их результаты показали, что река Которосль в черте города Ярославля является сильнозагрязнённой [16].

В 2021 году результаты были немного лучше. По исследованиям ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Ярославской области" река Которосль значилась средне загрязнённой [11]. В последующий год состояние воды ухудшилось, так как в 2022 году река Которосль имела степень «сильнозагрязнённая» (исследование Роспотребнадзора) [9].

Наши результаты согласуются с результатами исследований Роспотребнадзора в 2022 году. Это также свидетельствует, что метод биоиндикации с использованием индекса Майера может быть использован для оценки качества воды р. Которосли.

Приложение Д.

Индекс Майера. Натурные исследования.

Характеристика объекта исследования:

1. Размеры водоема: длина 132 км [17], ширина колеблется от 25 до 60 м.
2. Глубина реки варьируется от 1,5 до 3 м.
3. Скорость течения составляет 3-4 км/ч
4. Площадь бассейна – 6370 км² [4].
5. Крупнейшие притоки – Лахость (правый) и Пахма (левый).
6. Грунт на дне водоема – песчано-илистый [5].
7. Температура воды у поверхности 21 августа 2022г составляет +12°С; 27 мая 2023г составляет +15°С; 13 августа 2023г составляет +18°С
8. Антропогенное воздействие на прибрежную зону: пляж, сельскохозяйственное предприятие «Пахма», автодороги, автостоянки, канализационные и ливневые стоки [5].

Методика основана на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности. При этом организмы-индикаторы относят к одному из трех разделов, представленных в таблице 1. Количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего раздела – на 1. Получившиеся цифры складывают по формуле: **(3×X)+(2×Y)+(1×Z)=S**

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов – водоем чистый; 11-21 баллов – умеренная загрязненность; менее 11 – водоем грязный [6].

Таблица 1. Организмы-индикаторы [7]

Обитатели чистых вод	Обитатели водоемов средней загрязненности	Обитатели загрязненных водоемов
Личинка веснянки Личинка поденок Личинка ручейников Личинка вислокрылки Двустворчатые моллюски	Бокоплав Речной рак Личинка стрекоз Личинка комаров-долгоножек Моллюски-живородки	Личинка комаров-звонцов (комаров-дергунов) Пиявка Водяной ослик Прудовик Личинка мошки Малощетинковые черви Дафния

Забор проб воды с гидробионтами осуществлялся сачком. Согласно методике, по возможности им следует проводить ближе ко дну, по зарослям водной растительности, у камней. После каждого взмаха сачок вынимали, и пойманные организмы вытряхивали в кювету. Перед помещением животных в чашки Петри убедились, что большое количество песка не попало в емкость. Если бы в сачок попало значительное количество грунта, его необходимо было промыть на сите или в самом сачке.

Ловля гидробионтов длилась около часа. Все организмы были расположены по чашкам Петри. После ловли в школе проводили камеральную обработку. Разложив чашки, проводили идентификацию и подсчет организмов, а также распределение их по группам. Необходим точный подсчет количества гидробионтов. Определение группы происходило по атласу-определителю [4] и научной литературе [7].