

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

Секция экология

Определение состояния загрязнённости реки Солоница методом биоиндикации

Исследовательская работа

Подготовила: обучающаяся 10 класса МБОУ Некрасовская СОШ

Руфьева Анна Сергеевна, 15 лет.

Руководители: учитель биологии в МБОУ Некрасовская СОШ
Аминова Наталья Борисовна; кандидат биологических наук,
доцент кафедры физиологии человека и животных факультета
биологии и экологии ЯрГУ им. П. Г. Демидова, Фомичева Елена
Михайловна

П. Некрасовское

2024 год

Оглавление

1 Введение.....	3
2 Основная часть	4
2.1 Эколого-географическая характеристика реки Солоница.....	4
2.2 Место и время проведения работы.....	4
2.3 Методика проведения исследования.....	4
2.4 Результаты исследований.....	7
2.5 Обсуждение полученных результатов	11
2.6 Выводы.....	13
Список литературы	14
Приложения	15
Приложение 1. Шкала качества вод для индекса Вудивисса.....	15
Приложение 2. Рабочие листы для определения индекса Вудивисса	16
Приложение 3. Карта реки Солоница с местонахождением четырёх станций.	17
Приложение 4. Станция 1.....	18
Приложение 5. Станция 2.....	19
Приложение 6. Станция 3.....	20
Приложение 7. Станция 4.....	21
Приложение 8. Выловленные гидробионты 2023.....	22

1 Введение

В настоящее время в нашей стране и нашем регионе остро стоит проблема загрязнения окружающей среды, в том числе и водоёмов: рек, озёр, ручьёв, в непосредственной близости к местам проживания людей. Причин загрязнения водоёмов очень много и все они разные. Водоём могут загрязнять выделения продуктов жизнедеятельности гидробионтов и разрушение горных пород. Так же результаты хозяйственной деятельности человека могут привести к ухудшению качества воды. Чаще всего человек сбрасывает в водоём бытовые и промышленные сточные воды не надлежащего качества. В зависимости от причины загрязнения водоёма определяется вид загрязнения. Загрязнения воды бывают: химические, бактериальные, механические, радиоактивные, тепловые (п.4 в списке литературы).

Наш посёлок Некрасовское расположен вдоль берега реки Солоница. Для жителей поселка эта река имеет очень большое значение, поэтому знать о состоянии реки просто необходимо. Река Солоница является памятником природы.

Цель: определение загрязнённости воды в реке Солоница с помощью гидробионтов.

Задачи:

1. Определить станции отбора гидробионтов.
2. Определить биоразнообразие на разных станциях как показатель устойчивости экосистем.
3. Определить степень загрязнённости водоёма используя вариант модификации адаптированной методики Вудивисса.
4. Определить степень различия биоразнообразия между всеми станциями.
5. Определить мутность воды, используя приборы цифровой лаборатории «Z.Labs» (Зарница).
6. Провести исследования токсичности воды с разных станций с помощью цериодафний.
7. Сравнить результаты исследования 2023 и 2024 годов.

2 Основная часть

2.1 Эколого-географическая характеристика реки Солоница

В Некрасовском районе протекает река Солоница, которая является правым притоком Волги первого порядка. Длина реки-138 км (в том числе 30 км по территории района). Река начинается в Писцовых болотах Ивановской области. Впадает в реку Волга в районе деревни Бабайки Некрасовского района. Глубина реки в Некрасовском 3-6 м. Ширина реки в среднем течении от 20 до 60 м, в нижнем - от 120 до 150 м. Река имеет спокойное плавное течение. На реке Солонице в пластах коренных пород имеется глубокий прогиб, являющийся источником солёных вод. Воды Солоницы отличаются гидрокарбонатно-кальциево-сульфатным составом. Общая минерализация понижается от 500 мг на мл в межень до 96 мг на д в половодье. На реке Солонице находится туристический комплекс «Соляной остров». В него также входят ресторан у берега реки и баня, которая плавает прямо на поверхности воды. Данное место ежегодно посещает большое количество туристов. Мы живём вблизи с рекой Солоницей, и вся наша жизнь связана с ней. Нам необходимо сохранить реку и, возможно, даже улучшить её состояние (п. 1 в источнике литературы).

2.2 Место и время проведения работы

Поселок Некрасовское находится на правом берегу реки Солоница в месте впадения ее в Волгу. Он протянулся вдоль русла Солоницы. На левом берегу расположены дачные кооперативы. Исследования проводились на разных станциях реки Солоницы в границах поселка в течение двух лет с 23.06.2023 по 24.09.2023; с 19.06.2024 по 31.08.2024. Первая станция находится около 3 км выше устья Солоницы, 2 станция- туристический центр «Соляной остров», 3 станция- около понтонного моста, 4 станция- около 500 до устья Солоницы. Четвёртая станция расположена ближе всего к устью реки Солоница. Расстояние между 1 и 2 станциями-600 м, между 2 и 3 станциями-800 м, между 3 и 4-400 м (Приложение 3).

2.3. Методика проведения исследования

В своих исследованиях пользовалась методикой «Биоиндикационного анализа качества природных вод» М. А. Клепикова. В данной методике используется понятие не «проба» (как одноразовый отбор), а «станция» (как некоторая географически-определённое место, где проводились исследования). По полученным данным проводилась качественная оценка, а также подсчитывались коэффициенты Жаккара и Серенсена и индекс Вудивисса. В связи с тем, что в 2023 году коэффициенты биоразнообразия показали наличие неизвестного источника загрязнения между 1 и 3 станцией, то в 2024 году провели дополнительные исследования для выяснения наличия токсических веществ в воде. Применялся метод биотестирования с использованием цериодафний.

а) Качественная оценка

(Производится только по организмам, которые можно определить невооружённым глазом). Все гидробионты здесь объединены в так называемые «группы», к которым можно отнести организмы без изучения деталей их внешнего и внутреннего строения (например, водяные жуки, личинки подёнок и т.д.). Все группы гидробионтов, используемых в данной методике, разделены на 3 класса в соответствии с их требованиями к качеству воды: 1 класс- олигосапробные организмы, характерные исключительно для водоёмов с чистой водой (за каждую группу организмов этого класса к общей сумме прибавляется 3 балла): личинки ручейников, личинки веснянок, личинки подёнок, личинки вислокрылок, дрейссена, пресноводные губки, мшанки. 2 класс- эврибионтные организмы, менее требовательные к качеству воды и способные вынести определённые загрязнения (за каждую группу организмов этого класса к общей сумме добавляется 2 балла): водяные жуки и их личинки, водяные клопы, личинки стрекоз, речные раки, рачки бокоплавы, рачок водяной ослик, пиявки, двусторчатые моллюски, брюхоногие моллюски. 3 класс- полисапробные организмы, приспособленные к жизни в сильнозагрязнённых водоёмах (по одному баллу за группу): олигохеты, планарии, личинки комаров-звонцов, личинки кровососущих комаров, личинки мух-львинок. Далее подводятся результаты, используя следующие правила:

23 балла и выше-вода чистая (олигосапробная зона);

17-22 балла-вода умеренно чистая (бета-мезосапробная зона);

11-16 баллов-вода умеренно загрязнённая (альфа-мезосапробная зона);

10 баллов и ниже- вода грязная (полисапробная зона).

б) Коэффициенты Жаккара и Серенсена.

Эти коэффициенты характеризуют степень различия (сходства) биоразнообразия между двумя станциями. Они рассчитываются по формулам:

Коэффициент Жаккара: $C_j = \frac{j}{(a + b - j)}$. Коэффициент Серенсена: $C_s = \frac{2j}{(a + b)}$, где j- число общих групп в обеих станциях, а-число групп в станции А, b-число групп в станции В.

в) Индекс Вудивисса.

Методика Вудивисса не требует определить всех пойманных животных с точностью до вида. Достаточно определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов. В своей работе использовала адаптированную методику Вудивисса. В ней возможны 6 классов качества воды (Приложение 1).

Определение класса качества воды.

а) Определить постоянство встречаемости индикаторных видов.

Постоянство встречаемости вида выражается как отношение числа выборок, в которых был встречен данный вид к общему числу выборок, то есть по формуле: $C = \frac{p}{P} \times 100\%$, где p- число выборок, содержащих данный вид, P- общее число выборок.

б) Классифицировать виды беспозвоночных по постоянству встречаемости.

По величине коэффициента C все встреченные виды можно разделить на 3 группы:

постоянные виды ($C > 50\%$);

добавочные виды ($25\% < C < 50\%$);

случайные виды ($C < 25\%$).

в) Подготовка к определению класса качества воды.

Указанные ниже действия выполняются только с видами, являющимися индикаторными.

Выделить группу случайных видов ($C < 25\%$). При определении качества воды они учитываться не будут.

При работе с видами, относящимися к группе добавочных или постоянных, необходимо перевести коэффициент C , выражающий постоянство их встречаемости в десятичные доли ($30\% = 0,3$; $100\% = 1$ и т.п.). Полученное значение назовём коэффициентом C^* .

г) Определения класса качества воды.

1. Определить, какому из классов качества относится каждый из индикаторных видов. Соответствие индикаторных таксонов и классов качества выражено в таблице (Приложение 1).

2. Определить (по таблице – Приложение 1) величину условной значимости (Y) каждого из видов (1 класс- 50 баллов, 2- 25, 3- 14,2, 4- 20, 5- 25).

3. Умножить условную значимость (Y) каждого из видов на соответствующий ему коэффициент C^* . Полученное количество баллов назовём Y^* .

4. Сложить отдельно величины Y^* , соответствующие каждому из видов относящиеся к разным группам.

5. Сравнить полученные суммы баллов. Класс, которому соответствует большая величина, и отражает качество воды на данной станции. Если двум классам соответствуют примерно одинаковые суммы баллов, то считается, что качество воды характеризуется промежуточным классом (3-4 класс качества и т.п.).

г) Биотестирование с использованием цериодафний

Характеристика тест-объекта

Цериодафнии- рачки вида *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (класс Crustacea, отряд Cladocera, семейство Daphnidae) обитают в пресноводных водных объектах Европы, Северной Африки, Азии, Северной Америки. Этот вид относится к олиго- и бета мезоценозам и населяет водные объекты с замедленным течением- неглубокие озёра, реки, водохранилища. Цериодафния имеет более мелкие размеры, чем дафнии, половозрелые самки 1,5 мм. Самцы – 0,8 мм, что позволяет в опытах манипулировать с меньшими объёмами воды и более компактными ёмкостями. Цериодафнии более чувствительны к органическому загрязнению и веществам, снижающим концентрацию растворенного кислорода в среде.

Методика основана на определении смертности цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ. Острое (кратковременное) токсическое действие на цериодафний растворов исследуемой воды определяется по летальности организмов за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель 20% и более цериодафний за 48 часов в исследуемой воде при условии, что в контроле летальность организмов не превышает 10%. Биотестирование воды с четырех станций проводили в остром опыте продолжительностью 48 часов. Для тестирования исследуемую воду наливали в пенициллиновые флаконы объемом по 15 мл, в каждый из которых помещали по одной цериодафнии. Также ставили контрольные опыты с культивационной водой. Каждый эксперимент и контрольный опыт проводили в двух повторностях. Через 48 часов визуально отмечали и подсчитывали количество живых рачков. Выжившими считали особей, которые свободно двигаются в толще воды или всплывают со дна сосуда после его легкого встряхивания. Результаты исследований вносятся в таблицу, предварительно обработанные по формуле: $A = \frac{X_n - X_{0n}}{X_n} * 100\%$, где A – процент летальности, x – количество выживших особей в одной повторности: контрольного раствора – X_n ; тестируемого раствора – X_{0n} .

Для токсикологической оценки воды использовали критерии, предложенные Б.А. Флеровым, при которых: если A составляет менее 20% – вода является не токсичной; если A составляет от 20 до 50% – вода является токсичной; если A составляет 50% и более – вода является очень токсичной.

Исследования токсичности воды проводились в июне-июле 2024 года в лаборатории факультета биологии ЯрГУ имени П.Г.Демидова.

д) Определение мутности

Определение мутности воды, взятой с четырёх станций Солоницы, производили датчиком турбидиметр из цифровой лаборатории «Z.Labs» (Зарница).

2.4 Результаты исследований.

Для изучения качества водной среды в р. Солоница отбирали пробы на 4 станциях: станция 1 – около 3 км выше устья Солоницы, станция 2 – туристический центр «Соляной остров», станция 3 – понтонный мост, станция 4 – около 500 м до устья р. Солоница. В результате обработки отобранных проб было обнаружено более 50 видов водных беспозвоночных (Таблица 1).

Таблица 1

Суммарный список видов водных беспозвоночных, обнаруженных на станциях
р.Солоница

	Таксоны	Станция 1	Станция 2	Станция 3	Станция 4
	Oligochaeta				

1	<i>Stylaria lacustris</i>	+	+	+	
2	<i>Ophidonais serpentina</i>	+	+		
3	<i>Pristinella bilobata</i>		+		
4					
5					
Hirudinea					
6	<i>Helobdella stagnalis</i>	+		+	
7	<i>Herpobdella octoculata</i>		+		
8	<i>Erpobdella</i> sp.				+
Mollusca					
9	<i>Lymnaea ovata</i>	+			
10	<i>Lymnaea stagnalis</i>	+	+	+	+
11	<i>Acroloxys lacustris</i>		+		
12	<i>Viviparus viviparus</i>		+		
13	<i>Choanomphalus</i> sp.	+	+	+	+
14	<i>Radix auricularia</i>	+	+	+	+
15	<i>Anodonta stagnalis</i>	+			
16	<i>Unio tumidus</i>				+
Crustacea					
17	<i>Sida crystallina</i> ;;	+	+		+
18	<i>Chydorus sphaericus</i>	+			
19	<i>Daphnia magna</i>	+			
20	<i>Daphnia longispina</i>		+		
21	<i>Ceriodaphnia</i> sp.			+	
22	<i>Dolerocypris</i> sp.	+			
23	<i>Cypridopsis vidua</i>			+	
24	<i>Acanthocyclops viridis</i>	+		+	
25	<i>Eucyclops serrulatus</i>		+		
26	<i>Acanthocyclops venustus</i>		+		+
27	<i>Macrocyclus albidus</i>		+		
28	<i>Diaptomus</i> sp.		+		
Hydrachnellae					
29	<i>Hydrachnellae</i> gen spp.	+		+	+
30	<i>Hydrocnoreutes</i> sp	+			

31	<i>Hydrachna geographica</i>	+	+	+	+
Hydrozoa		+	+		
Insecta					
32	<i>Ceratopogonidae gen spp.</i>		+		
33	<i>Cloeon simile</i>	+	+		
34	<i>Siphonurus linneanus</i>			+	
35	<i>Eudochironomus albipennis</i>	+			
36	<i>Cricotopus sp. algarum;</i>		+		
37	<i>Eukiefferiella longicalcor</i>		+		
38	<i>Cricotopus sp. sylvestris</i>		+		
39	<i>Psectrocladius sp. psilopterus</i>		+		
40	<i>Polypedium sp. convictum</i>		+	+	
41	<i>Corynoneura eleripes</i>		+		
42	<i>Psectrocladius sp. dilatatus</i>		+		
43	<i>Dytiscidae gen.spp.</i>	+			+
44	<i>Plea minutissima</i>	+			+
45	<i>Aeshna sp.</i>	+		+	+
46	<i>Coenagrion vernale</i>		+		
47	<i>Coleoptera gen.spp. larvae</i>	+		+	
48	<i>Germidae gen.spp.</i>	+	+		
49	<i>Cerridae gen spp.</i>			+	+
50	<i>Corixidae gen.spp.</i>	+	+	+	+
51	<i>Leptoceridae</i>		+		
52	<i>Plea minutissima</i>			+	
53	<i>Haliphus sp.</i>				+
54	<i>Coleoptera larvae</i>			+	+

Согласно полученным результатам в 2023 году было обнаружено на 1 станции 24 вида беспозвоночных, на 2 станции – 13 видов, на станции 3 – 14 видов. Определение качества воды по водным организмам показала, что на всех трех станциях вода оценивается как «умеренно-чистая», т.е. относится к бета-мезасапробной зоне. Расчет биотического индекса Вудивисса показывает 3 класс качества и подтверждает качество воды как умеренно грязная (Таблица 2).

Таблица 2

Оценка качества воды в 2023 году р. Солоница по гидробиологическим
индексам

	Станция 1	Станция 2	Станция 3
	2023 год		
Количество обнаруженных видов	24	13	14
Качественная оценка	17 Умеренно-чистая	17 Умеренно-чистая	17 Умеренно-чистая
Индекс Вудивисса	3 класс качества (удовлетворительной чистоты)	3 класс качества (удовлетворительной чистоты)	3 класс качества (удовлетворительной чистоты)
	Станции 1 и 2	Станции 1 и 3	Станции 2 и 3
Индекс Жаккара	0,48	0,56	0,65
Индекс Серенсена	0,64	0,72	0,78

Оценка общности видов на разных станциях по индексам Жаккара и Серенсена в 2023 году показывает, что по видовой общности наибольшее сходство отмечается между станциями 2 и 3. Вероятно, это свидетельствует и о сходном качестве воды, поскольку оно может быть определяющим присутствием на данном участке определенных видов гидробионтов. В 2024 году качественная оценка и расчет индекса Вудивисса (Таблица 3) также показывают 3 класс качества воды в р.Солоница.

Таблица 3

Оценка качества воды в 2024 году р. Солоница по
гидробиологическим индексам

	Станция 1	Станция 2	Станция 3	Станция 4
	2024 год			
Качественная оценка	18 Умеренно-чистая	19 Умеренно-чистая	19 Умеренно-чистая	19 Умеренно-чистая
Индекс Вудивисса	3 класс качества (удовлетворительной чистоты)	3 класс качества (удовлетворительной чистоты)	3 класс качества (удовлетворительной чистоты)	3 класс качества (удовлетворительной чистоты)

2024

	Станции	Станции	Станции	Станции	Станции	Станции
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------

	1 и 2	1 и 3	2 и 3	1 и 4	2 и 4	3 и 4
Индекс Жаккара	0,4	0,46	0,61	0,55	0,36	0,61
Индекс Серенсена	0,57	0,63	0,76	0,71	0,53	0,76

Оценка общности видов по индексам Жаккара в 2024 году также показывает достоверное сходство для станций 2 и 3, а по индексу Серенсена наибольшее сходство отмечается между станциями 2 и 3, а также станциями 1 и 4, 3 и 4 (Таблица 3). Это подтверждает сходное качество воды в данных участках реки несмотря на значительные расстояния от станций. Так, например, качество воды на станциях 2 и 3 может определяться большей антропогенной нагрузкой, связанной с расположением там туристического центра и понтонного моста. Определение качества воды методом биотестирования показало присутствие загрязняющих веществ в воде р. Солоница, т.к. по результатам тестирования на цериодафниях 2, 3 и 4 пробы воды показали токсичность (Таблица 6).

Таблица 6.

Оценка летальности цериодафний в пробах воды р. Солоница

Вода из разных участков Солоницы	А, %	Оценка качества воды
1 проба	0%	не токсичная
2 проба	25%	токсичная
3 проба	30%	токсичная
4 проба	25%	токсичная

При этом на станции 3 определена и наибольшая мутность воды (Таблица 7).

Таблица 7.

Оценка мутности воды на станциях р.Солоница

Опыт	Значение
1 станция	0,04
2 станция	0,03
3 станция	0,06
4 станция	0,03

Таким образом, результаты разных методических приемов оценки качества воды показывают, что вода на станциях 2 и 3 требует дополнительного изучения, т.к. по используемым показателям она худшего качества, чем на остальных станциях.

2.5 Обсуждение полученных результатов

Наибольшее видовое разнообразие в 2024 году было обнаружено на 1 станции (23 вида), что говорит об устойчивости этой экосистемы, соответствует результатам прошлого года (24 вида). На 2, 3 и 4 станции количество видов меньше (19;18;19), что может быть вызвано ухудшением

состояния качества воды на этих станциях, и также соответствует результатам прошлого года (13;14).

В результате гидробиологических исследований было выяснено, что река Солоница на всех станциях соответствует мезосапробной зоне. Согласно индексу Вудивисса вода в реке Солоница умеренно чистая, соответствует 3 классу качества (удовлетворительной чистоты) из 6 возможных (Приложение 1).

Индекс качественной оценки 18 на 1 станции и 19 на стальных (в прошлом году 17 на всех станциях), можно предположить, что вода умеренно чистая, соответствует бета-мезосапробной зоне, то есть нет нестойких органических веществ, произошла полная минерализация. Согласно характеристике бета-метасапробной зоны в ней содержание кислорода и углекислоты колеблется в зависимости от времени суток: днём избыток кислорода, дефицит углекислоты, ночью-наоборот. Ил-жёлтый, много детрита. В водоемах встречается много организмов с автотрофным питанием, наблюдается цветение воды, так как сильно развит фитопланктон.

Индексы Жаккара и Серенсена равны 1 в случае полного сходства видового состава. Они показали различие в сходстве биоразнообразия на разных станциях. В 2024 году наименьшее сходство имеют станции 1 и 2 (0,40;0,57) и 2 и 4 (0,36;0,53). В 2023 году также наименьшее сходство отмечено у станций 1 и 2 (0,48;0,64). С учетом того, что биотические индексы общности на станциях 2и3 являются наибольшими и это соотношение не изменилось в 2024 мы делаем предположение, что в загрязнение реки существенный вклад вносит туристический центр «Соляной Остров». Однако, можно предположить, что негативное влияния на качество воды в водотоке оказывают и другие факторы. Так, например, на правом берегу Солоницы находится Некрасовский Машиностроительный Завод (он находится между второй и третьей станциями). Но он не имеет опасных отходов, а со слов работников завода, вода оттуда по договору с водоканалом поступает в поселковую канализацию, а затем на водоочистные сооружения. Высокие показатели индексов общности между 1 и 4 станциями (0,55; 0,71), свидетельствует о близком качестве воды на данных станциях. В прошлом году наибольшее сходство между 2 и 3 станциями (0,65;0,785). Можно предположить, что между 2 и 4 станциями находится какой-то неизвестный источник загрязнения.

Определение токсичности воды проводилось с целью подтверждения нахождения источника загрязнения между 1 и 3 станциями. По показателю процента летальности цериодафний видно, что вода на 1 станции является не токсичной, а на других станциях выявлена токсичность воды, что вероятно связано с наличием в ней загрязняющих веществ. Также на станции 3 отмечена и наиболее высокая мутность воды. Это может быть связано со стоком загрязненных поверхностных и ливневых вод,

загрязненных отходами накопившимися у нежилого расселенного многоквартирного дома на берегу реки. С учетом того, что сток ливневых вод идет в виде ручьёв по склону, имеющему большой уклон в сторону реки на 3 станции, возможно, именно эти факторы являются одной из причин уменьшения биоразнообразия и повышения токсичности воды на этом участке.

2.6 Выводы

1. Станции обора проб выбраны с учетом антропогенной нагрузки, от начала поселка до последних домов, стоящих на берегу реки.

2. Наибольшее разнообразие организмов было обнаружено на 1 станции в 2023-2024 гг., что говорит об устойчивости экосистемы на данном участке реки.

3. Река Солоница на протяжении от 1 станции до 3 соответствует бета-мезосапробной зоне, относится к 3 классу качества (удовлетворительная чистота воды).

4. Согласно индексам общности Жаккара и Серенсена источник загрязнения реки находится между станциями 2 (туристический центр) и 4 (500 м до устья реки).

5. Наиболее высокий показатель мутности воды отмечен на станции 3 (пontonный мост).

6. Посёлок негативно влияет на качество воды р.Солоница, что подтверждается показателем токсичности воды на станциях 2, 3 и 4.

3. Заключение

Сейчас экологические проблемы в нашей стране являются наиболее острыми стратегическими проблемами, требующими срочного решения. Большое значение в них занимает загрязнение водоёмов. Для решения данной проблемы в России ведётся работа по развитию технологий водоочистки, но, к сожалению, только крупные промышленные предприятия создают системы водоподготовки и водоочистки. Также в России принят закон о водоотведении, который обязывает промышленные предприятия строить на своих территориях локальные очистные сооружения. Возросли штрафы за выброс предприятиями промышленных отходов в водоём. С помощью метода определения качества воды с помощью гидробионтов это могут сделать даже ученики школ, как это сделала я в своей исследовательской работе. Уже несколько лет ученики Некрасовской СОШ проводят такие исследования.

Список литературы

1. Высоковская Л.А. Летопись земли Некрасовской. – Рыбинск-Михайлов посад, 2005г.
2. Клепиков М.А. Методика биоиндикационного анализа качества природных вод. - Ярославский областной центр дистанционного обучения. Ярославль, 1997-40 с.
3. Морозов В. В., Фомичёв А. Н., Фомичёва М.А. Природно-экономические условия и памятники природы Некрасовского района. -ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, Ярославль, 1996-68 с.
4. <https://oblasti-ecologii.ru/ecology/zagryaznenie-gidrosfery/vidy-zagraznenia-vod> – виды загрязнения вод

Приложения

Приложение 1. Шкала качества вод для индекса Вудивисса

Шкала качества вод

Перечень индикаторных видов	Условная значимость каждого таксона в классе	Класс качества воды
- Личинки веснянок - Ручейник – Риаклофилла	50,0	I очень чистые
- Губки - Плоские личинки поденок - Ручейник – Нейреклипсис - Личинки вислосток	25,0	II чистые
- Роющие личинки поденок - Ручейники при отсутствии Риаклофиллы, Нейреклипсиса - Личинки стрекоз Красотки и Плосконожки - Личинки мошки - Водяной клоп - Крупные двусторчатые моллюски (беззубка, перловица) - Моллюски-затворки (лужанка, битиния)	14,2	III удовлетворительной чистоты
- Личинки стрекоз при отсутствии Красотки и Плосконожки - Личинки вислосток - Водяной ослик - Плоские пиявки (Ложноконские, Улитковая) - Мелкие двусторчатые моллюски (Шаровка, Горошина)	20,0	IV загрязненные
- Масса мотыля - Крыска (Личинка иловой мухи) - Масса трубочника - Червеобразные пиявки при отсутствии плоских (рыбья)	25,0	V сильно загрязненные
Макробеспозвоночных нет		VI Очень грязные «мертвая вода»

Вудивисса

№	Дата	Станция	Визуальные характеристики	Запах	Цвет	Мутность	Виды беспозвоночных	№ пробы										C	ПК	УЗ
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	30.08.24	2	Личинка поденки Obolata																	
2			Личинка поденки Potamanthus					+	+	+	+							0,8	3	192%
3			Личинка ручейного большого																	
4			Личинка стрекозы красотки																	
5			Водной скорпион																	
6			Клоп гладыш					+		+								0,3	3	192%
7			Беззубка рыба																	
8			Беззубка лебедина																	
9			Перловица вздутая																	
10			Битиния щупальцевая																	
11			Личинка стрекозы бабки																	
12			Личинка стрекозы дедки																	
13			Личинка норомысла зеленого																	
14			Пиявка большая ложноконская																	
15			Пиявка малая ложноконская																	
16			Пиявка улитковая																	
17			Горошина речная																	
18			Шаровка роговая																	
19			Масса мотыля																	
20			Личинка мухи-львинки																	
21			Пиявка рыба																	
22			Личинка слепня																	
23			Катушка килевая					+		+	+							0,5	-	
24			Личинка комара-дергуна																	
25			Плавт																	
26			Клещ географический					+		+	+		+					0,7	-	
27			Прудовик болотный																	
28			Прудовик усиковый								+							0,2	-	
29			Прудовик малый																	
30			Прудовик обыкновенный					+		+	+		+					0,7	-	
31			Личинка вислокрылки																	
32			дождевик					+	+	+	+	+	+					1	-	
33			личинка					+		+	+							0,5	-	
34			личинка					+		+	+		+					0,7	-	
35			пиявка (сифонога)					+		+	+							0,2	4	25%
36			вадлерика					+	+	+	+	+	+					1	-	
37			бабочка					+	+	+	+							0,5	-	
38																				

[illegible]

Приложение 4. Станция 1.



Приложение 5. Станция 2.



Приложение 6. Станция 3.

Приложение 7. Станция 4.



Приложение 8. Выловленные гидробионты 2023.

Результаты исследований

Станция №1	Станция №2	Станция №3
Около 3 км выше устья Солоницы	Туристический центр «Соляной остров»	Понтонный мост
1 личинки подёнки (Ephemeroptera); 2 водяной скорпион (Nepidae); 3 беззубка рыба (Anodonta); 4 пиявка малая ложноконская (Heprobdeella octoculata); 5 прудовик (Lymnaeidae) малый (Galba truncatula), болотный (Lymnaea palustris), ушковый (Radix auricularia), обыкновенный (Lymnaea stagnalis); 6 водомерка (Gerridae); 7 плавунец (Dytiscidae); 8 дафния (Daphnia); 9 циклоп (Cyclopidae); 10 личинки жуков (Coleoptera); 11 мотыль (Chironomus plumosus); 12 водяной клещ (Hydrachnidae); 13 пиявка рыба (Piscicola); 14 трубочник (Tubifex); 15 водяной бегун (Gerridae); 16 гребляк (Coridae); 17 шаровка (Sphaerium); 18 личинка равнокрылой стрекозы (Zygoptera); 19 речная чашечка (Ancylus fluviatilis); 20 клещ географический (Hydrachnidae); 21 катушка килевая (Planorbis carinatus); 22 пиявка улитковая (Glossiphoniidae); 23 битиния щупальцевая (Bithynia tentaculata); 24 веснянка (Plecoptera).	1 дафния (Daphnia); 2 циклоп (Cyclopidae); 3 прудовик (Lymnaeidae) болотный (Lymnaea palustris), ушковый (Radix auricularia), обыкновенный (Lymnaea stagnalis); 4 пиявка рыба (Piscicola); 5 личинки подёнки (Ephemeroptera); 6 клещ географический (Hydrachnidae); 7 водяной клещ (Hydrachnidae); 8 гребляк (Coridae); 9 катушка килевая (Planorbis carinatus); 10 личинки жуков (Coleoptera); 11 пиявка малая ложноконская (Heprobdeella octoculata); 12 трубочник (Tubifex); 13 конский волос (Nematomorpha).	1 гребляк (Coridae); 2 личинки подёнки (Ephemeroptera); 3 клоп гладыш (Notonecta); 4 катушка килевая (Planorbis carinatus); 5 прудовик (Lymnaeidae) болотный (Lymnaea palustris), ушковый (Radix auricularia), обыкновенный (Lymnaea stagnalis); 6 клещ географический (Hydrachnidae); 7 дафния (Daphnia); 8 циклоп (Cyclopidae); 9 водяной клещ (Hydrachnidae); 10 трубочник (Tubifex); 11 личинки жуков (Coleoptera); 12 пиявка рыба (Piscicola); 13 веснянка (Plecoptera); 14 личинка равнокрылой стрекозы (Zygoptera).