

Управление по образованию администрации Московского района г. Минска  
Государственное учреждение образования «Средняя школа № 67 г. Минска»

Конкурс «Вода.by»

Номинация № 4 «Экологический проект»

**«Оценка загрязненности  
водохранилища Мухля,  
расположенного у деревни Петровщина»**

Автор: Скрыпов Арсений,  
11 “А” класс, 16 лет  
Руководитель: Курипченко  
Елена Владимировна,  
учитель географии и биологии  
тел. (029) - 5584247.

Минск

2019

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«СРЕДНЯЯ ШКОЛА №67 Г. МИНСКА»

Оценка загрязненности  
водохранилища Мухля,  
расположенного у деревни Петровщина  
Московского района

Автор: Скрыпов Арсений Антонович  
СШ №67 г. Минска, 11 «А» класс, 16 лет  
г. Минск, пр. газ. «Звезда», д. 23, кв. 283  
+375 295717031

Научный руководитель: Курипченко  
Елена Владимировна  
учитель географии и биологии  
«Средняя школа №67 г. Минска»  
МТС 8 (029) 558 42 47

## Содержание

Введение.....	1
Цель исследования.....	1
Задачи исследования.....	1
Методы исследования.....	1
Оборудование для исследования.....	1
Объект исследования.....	2
Предмет исследования .....	2
База исследования.....	2
Гипотеза исследования.....	2
Краткое описание исследуемой работы.....	2
Основная часть.....	3
1. Методика оценки экологического состояния водоема Мухля по физико-химическим характеристикам водной среды.....	3
1.1. Общий обзор водоема Мухля.....	3
1.2. Органолептическая оценка водоема Мухля.....	4
1.3. Рекогносцировочное обследование.....	5
2. Методика оценки загрязненности воды по видовому составу животных.....	6
2.1. Отбор организмов, обитающих в акватории водоема Мухля.....	6
2.2. Оценка качества воды водоема Мухля по индексу Майера.....	10
2.3. Определение степени эвтрофикации водоема Мухля по биологическому индикатору в виде личинок «мотыля».....	11
2.4. Определение степени загрязненности водоема Мухля по биотическому индексу.....	12
2.5. Оценка загрязненности воды с использованием инфузории туфельки в качестве биоиндикатора.....	13
Выводы.....	16
Список используемой литературы.....	17
Приложение 1.....	18
Приложение 2.....	19
Приложение 3.....	20
Приложение 4.....	21
Приложение 5.....	22

Оценка загрязненности  
водохранилища Мухля,  
расположенного у деревни Петровщина  
Московского района

Скрыпов Арсений Антонович, 11 «А» класс  
ГУО «Средняя школа №67 г. Минска»  
Научный руководитель: Курипченко Елена Владимировна  
учитель биологии и географии

Введение:

Вода – это вещество, обеспечивающее существование живых организмов на Земле. Без воды невозможно представить жизнь человека.

Географическими особенностями расположения города Минска обусловлена его маловодность. Гидрографическая сеть Минска представлена р. Свислочь и ее притоками (Цна, Слепянка, Лошица, Мышка, Переспа, Немига, Дrajня и Тростянка), а также водохранилищами «Дрозды», «Комсомольское озеро», «Курасовщина», «Чижевское» и «Цнянское».

Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием в них жидких, твердых и газообразных веществ, которые причиняют или могут создать неудобства, делая воду данных водоемов опасной для использования, нанося ущерб народному хозяйству, здоровью и безопасности населения. В результате чего на берегу скапливается большое количество мусора. Это и пустые бутылки, полиэтиленовые пакеты, одноразовая посуда и многое другое. Постепенно береговая часть превращается в свалку, и это является большой экологической проблемой современного города.

Цель исследования:

оценить экологическое состояние акватории водохранилища Мухля, расположенного у деревни Петровщина: визуально, по физико-химическим характеристикам его водной среды (органолептическим и рекогносцировочным методами), ознакомиться с методикой отбора и обработки проб для анализа степени загрязнения водоема; по видовому составу животных: по индексу Майера, степени эвтрофикации и биотическому индексу, а также по наличию инфузории туфельки в качестве биоиндикатора; сделать вывод о степени загрязнения исследуемого водоема.

Задачи исследования:

исследовать степень загрязненности водоема Мухля.

Методы исследования:

– анализ;

- наблюдение;
- проведение опытов;
- анализ результатов;
- обобщение.

Оборудование для исследования:

дневники наблюдения, ручка, карандаш, мешки для мусора. оборудование для сбора водного материала (сачок, баночка). баночки с отобранными пробами воды, лупа, чайная ложка, микроскоп, фотоаппарат.

Объект исследования:

участок водохранилища Мухля; материал, собранный с определенных участков водоема.

Предмет исследования:

вода, донные отложения.

База исследования:

учащиеся, школьная лаборатория, библиотека, интернет-источники.

Гипотеза исследования:

исследуемый водоем Мухля имеет высокую степень загрязнения.

Краткое описание исследуемой работы:

первичная оценка экологического состояния водоема Мухля, отбор проживаемых в нем животных, анализ полученного материала и проверка гипотезы о высокой загрязненности исследуемого водоема.

## Основная часть

### 1. Методика оценки экологического состояния водоема Мухля по физико-химическим характеристикам водной среды

#### 1.1 Общий обзор водоема Мухля

Водоем Мухля находится в городе Минске в пределах одного Московского района. Расположен на в районе Юго-Запад, у деревни Михалово (см. рис. 1).



Рис. 1. Водоем Мухля

Географические координаты:  $53^{\circ}51'22''$  с. ш.  $27^{\circ}30'13''$  в. д.

Возник на месте речки Мышка. Ранее ее протяжённость была 7 км (устье располагалось в Лошице, исток находился в районе современной улицы Притыцкого, за деревней Медвежино). В 1960-е годы — начало ее обмеления (строительство у деревни Петровщина водозабора № 2). Вдоль берегов реки было построено 28 скважин, которые превратили её в ручей (сокращение на 5 км). На основе Мышки сделали водохранилище, а сама речка обмелела и практически засохла. Лишь после дождя она появляется по следам прежнего пути.

С этими и другими реками, все еще протекающими по поверхности или же ушедшими под землю, связаны места подтоплений города. Эти реки не исчезли навсегда, лишь опустились под землю и текут в прежних направлениях. И при случае могут еще не один раз напомнить о себе.

При первом знакомстве с водоемом сразу видно, что он сильно загрязнен: на поверхности воды плаваетдохлая рыба и жуки, присутствует пенистость. На берегу наблюдаем большое количество поврежденных и погибших растений. Из донных отложений видно выделение пузырьков газа, вода мутная, с резким запахом, цветет.

### Результаты визуального исследования участка водоема Мухля:

Время исследования: сентябрь-октябрь 2019 года.

Проточность водоема: незначительная.

Наличие или отсутствие плавающего мусора: большое количество.

Заращение водоема водорослями, появляющимися на поверхности в виде тины: присутствует.

Наличие или отсутствие водорослей прикрепленных ко дну или подводным предметам: в наличии (см. рис. 2).



Рис. 2. Прибрежное дно исследуемого водоема Мухля

Наличие или отсутствие «цветения» воды, окраска воды: в наличии.

Наличие или отсутствие вытаптывания: в наличии.

Наличие или отсутствие замусоренности: в наличии.

Наличие или отсутствие выгораний: в наличии.

Наличие или отсутствие повреждений надземной части древесно-кустарниковой растительности: в наличии.

Результат экологического состояния акватории выбранного участка и травянистого покрова и древесно-кустарниковой растительности выбранного участка исследования: сильная степень загрязнения.

### 1.2 Органолептическая оценка водоема Мухля

Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о качестве воды и состоянии водного объекта, может быть выполнена быстро и без использования приборов.

Органолептическая оценка является важным и наиболее доступным для юных исследователей этапом гидрохимических наблюдений. Этот этап позволяет выполнить предварительную оценку состояния водного объекта, определить источники воздействия, выявить причины ухудшения качества воды.

Для определения запаха воды можно использовать характеристики, которые указаны в Приложении 1 и Приложении 2.

В результате анализа установлено, что вода имеет болотный, гнилостный и сероводородный характер запаха и отчетливую и очень сильную интенсивность.

Был сделан забор воды из водоема в емкость объемом 1 литр и принесен в школьную лабораторию для сравнения с водопроводной водой. Когда вода отстоялась, на дне банки мы увидели крупные частички ила и песка. После фильтрации грязь задержалась в фильтре.

Проверили воду на наличие запаха. У воды из Мухли неприятный запах. Водопроводная вода имеет слабый запах хлора. Проверили кислотно-щелочной баланс воды - добавили по капле лакмуса в пробирки с водопроводной водой и водой из пруда. Вода в пробирке из пруда сменила свой цвет. Следовательно, у водопроводной воды кислотно-щелочной баланс в норме. У воды из пруда – щелочной, непригодный для питья.

Результат органолептической оценки водоема Мухля:

Вода имеет застойный запах интенсивного характера, щелочную среду.

### 1.3. Рекогносцировочное обследование

Начальным этапом работ на водном объекте является также рекогносцировочное обследование, позволяющее получить предварительную картину экологического состояния водоема. Результаты рекогносцировочного обследования водоема Мухля указаны в табл. 1, приведенной ниже.

Таблица 1. Аттестационный лист экологического состояния водоема Мухля

	Показатель
<u>Физическое загрязнение:</u>	
обилие наносов на дне	1
свалка отходов на берегу	1
наличие кострищ	0
стихийно возникшие пляжи	0
<u>Химическое загрязнение:</u>	
реакция воды:	
кислая	0
щелочная	1
радужные и маслянистые пятна на поверхности	0
<u>Биологическое загрязнение:</u>	
бурное развитие водорослей (цветение воды)	1
наличие ряски в водоеме	1
степень повреждения растительности на берегу больше 50%	1
отсутствие околоводных птиц:	
утки	0
кулики	1
трясогузки	0
отсутствие водомерок на поверхности воды	0
Итого:	<b><u>7 баллов</u></b>



На основании записей делается вывод о состоянии исследуемого водного объекта при помощи подсчета общего количества баллов: сильная загрязненность (очень сильная загрязненность — 11-14 баллов; сильная загрязненность — 8-10 баллов; средняя загрязненность — 4-7 баллов; слабая загрязненность — 1-3 балла).

Результаты рекогносцировочного обследования водоема Мухля:

Водоему Мухля соответствует средняя степень загрязненности.

## 2. Методика оценки загрязненности воды по видовому составу животных

### 2.1. Отбор организмов, обитающих в акватории водоема Мухля

Можно исследовать воду водоема Мухля методом биоиндикации воды по видовому составу животных.

Для этого необходимо собрать как можно больше разных организмов, обитающих на дне, в зарослях водной растительности и быстро плавающих в водной толще.

Для их отлова применяем специальный сачок диаметром 30 см и длиной 2,3 м (см. рис.3).

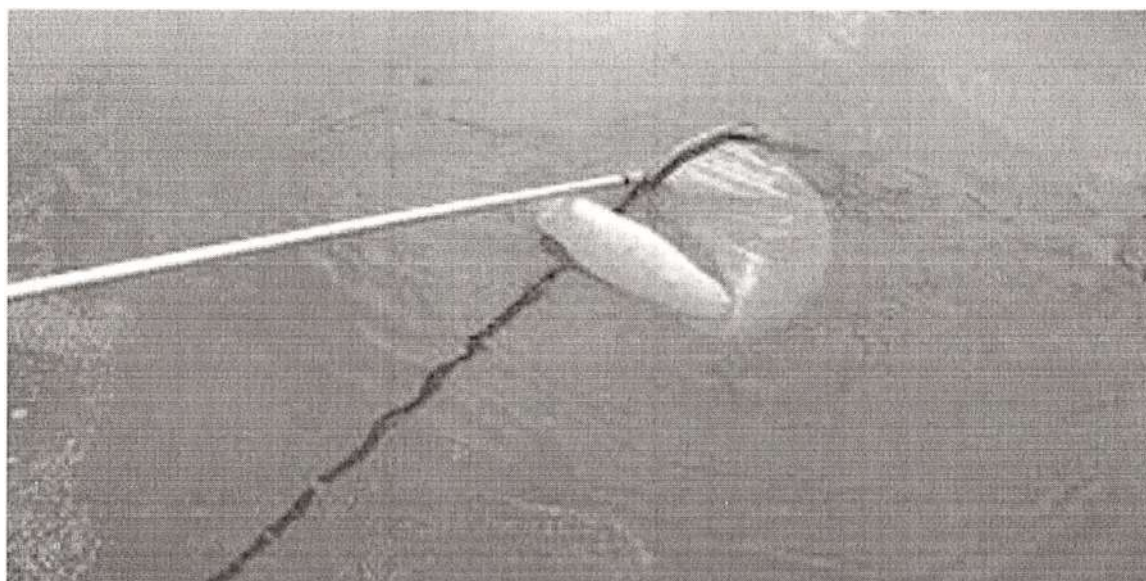


Рис. 3. Сачок, используемый для отлова организмов, проивающих в водоеме Мухля

Также используем специальную банку диаметром дна 10 см (рис. 4).



Рис. 4. Изготовление банки для забора донных отложений из водоема Мухля

С верхней стороны банки крышку полностью удаляем, а оставшиеся острые края оббиваем молотком. С противоположной стороны в дне банки делаем одно или несколько маленьких отверстий для слива воды. Такую банку вкручиваем днищем вверх в мягкий донный грунт на глубину 10-15 см, после чего аккуратно переворачиваем и вытаскиваем на берег (рис. 5).




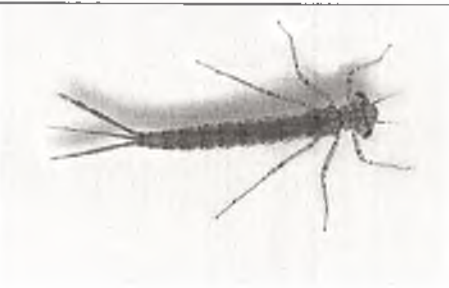

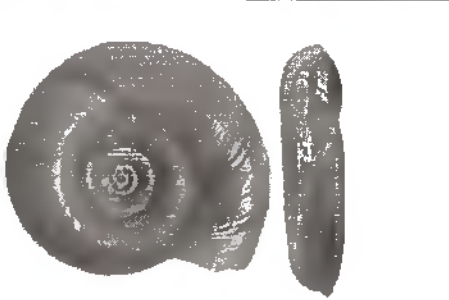
Рис. 5. Сбор донных организмов из водоема Мухля

Осматриваем водные растения, камни и коряги, лежащие в воде. Донный грунт отбираем банкой, промываем при помощи сита с ячейками не крупнее 1-1,5 мм. Делаем 5 заборов. Пойманных животных вместе с крупными частицами грунта вытряхиваем в банку с водой.

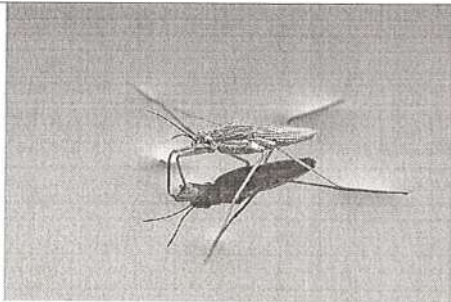


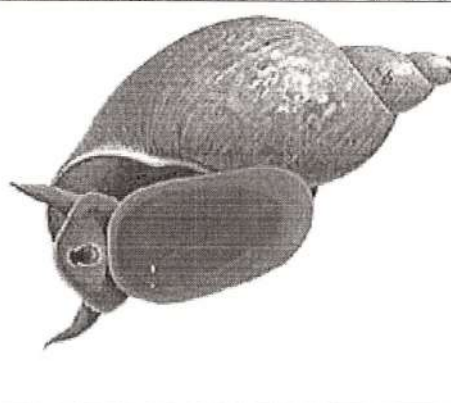
Важно отсадить отдельно крупных животных и хищников, так как они могут съесть или раздавить своих соседей. Для ловли мелких животных используем чайную ложку.

Когда все организмы будут рассажены по банкам, можно приступать к определению их видовой принадлежности. Результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 2. Найденные живые организмы в водоеме Мухля

Название найденного организма	Фотография	Краткая характеристика	Найденное количество экземпляров
Личинка ручейника		Личинки ручейника встречаются всюду в большом числе, не исключая даже канав и луж, исключая, разве что районы вечной мерзлоты. Большинство живет в особых футлярах — чехликах, которые они строят из самых разнообразных материалов. Являются ключевыми звеньями пищевой цепи - служат кормом для подавляющего большинства рыб.	2
Личинка стрекозы		Личинки стрекоз живут в пресной воде, в виде исключения в солоноватых водоемах, питаются личинками насекомых, например поденок и комаров, мелкими водными червями и другими беспозвоночными. Более крупные виды отваживаются нападать на мальков рыб и головастиков. Дыхание у них, как и у настоящих водных животных, осуществляется за счет кислорода, растворенного в воде. Они не должны подниматься к поверхности воды или вылезать на берег, чтобы дышать.	2
Личинка комара-долгоножки		Имеет серое червеобразное туловище, два крюка на хвосте. Личинки относительно крупные, мягкие и толстые и питаются разными растениями, в том числе, подъедают корневую шейку трав. Причиняют большой вред растениям.	4
Моллюск катушечный		Принадлежит к семейству брюхоногих моллюсков из отряда лёгочных улиток. Распространены везде, обитают в пресной воде. К ним относятся некоторые промежуточные хозяева опасных паразитов человека. Известно около 150 видов, водящихся в пресных водах, преимущественно в северном умеренном поясе	3

Продолжение таблицы 2.

Название найденного организма	Фотография	Краткая характеристика	Найденное количество экземпляров
Водомерка		<p>Умеет скользить по поверхности воды. Живут на поверхности. С наступлением холодов водомерки покидают водоёмы и находят себе убежища под корой старых пней или во мху. Питаются мелкими беспозвоночными. Тело черное, имеют хоботок и внешнее пищеварение, при питании твёрдой пищей вводят в тело жертвы парализующие и разлагающие ткани вещества. Могут сосать кровь человека, но это — редкость.</p>	4
Малощетинковые кольчецы		<p>Головной отдел выражен слабо. Щупалец и усиков нет. Гермафродиты. Развитие без превращения. Известны пресноводные и почвенные формы, примерно 2500 видов.</p>	14
Пиявки		<p>Сегментированное тело с присосками на концах. Плавает и передвигается, складываясь в петли и распрямляясь. Большинство представителей обитают в пресных водоёмах. Некоторые виды освоили наземные и морские биотопы.</p>	2
Прудовик		<p>Широко распространённые обитатели пресных вод. Некоторые представители этого семейства — промежуточные хозяева опасных паразитов человека. Прудовики предпочитают растительную пищу. Кроме того, значительную долю рациона может составлять животная пища и бактерии. Прудовики не брезгают употреблять в пищу упавших в воду мух и рыбью икру.</p>	5

Продолжение таблицы 2.

Название найденного организма	Фотография	Краткая характеристика	Найденное количество экземпляров
Личинка комара-звонца		Личинки комара-звонца являются наиболее сложными известными организмами, способными переносить высушивание. В рамках космического эксперимента «Биориск» личинки в высушенном состоянии провели больше года на внешней стороне МКС, в открытом космосе, более 80% личинок выжили.	4
Личинка мошки		Передвигается, скручиваясь в петли и распрямляясь. Конец тела утолщенный. Часто прикреплена присосками к камням. Голова с большими глазами и коротким и толстым хоботком.	8

Результаты отбора живых организмов в водоеме Мухля:

в водоеме Мухля нами было отобрано 10 видов живых организмов.

2.2. Оценка качества воды водоема Мухля по индексу Майера

Существует несколько различных методик для определения состояния водоема. Оценим качество воды по индексу Майера.

Методика подходит для любых типов водоемов. Она более простая и имеет большое преимущество: в ней не надо определять беспозвоночных с точностью до вида. Метод основан 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 Приложении 3. Нужно отметить, какие из приведенных в таблице групп обнаружены в пробах.

Индекс Майера определяется по формуле:

$$S=3X + 2Y + 1Z,$$

где S — индекс Майера;

X — количество обитателей чистых вод;

Y — количество организмов средней чувствительности к загрязнению воды;

Z — количество обитателей загрязненных водоемов.

В нашем случае количество групп обитателей чистых вод равно 1, количество групп средней чувствительности к загрязнению равно 3, а количество групп обитателей загрязненных водоемов равно 6.

Индекс Майера:

$$S=3*1+2*3+1*6=15$$

По значению суммы  $S$  (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов — водоем чистый и имеет I класс качества воды; 17-21 балл — водоем относительно чистый, II класс качества воды; 11-16 баллов — умеренная загрязненность водоема, III класс качества воды; менее 11 баллов — водоем загрязненный, IV-VII класс качества воды.

Результат оценки качества воды по индексу Майера:

исследуемый водоем Мухля по индексу Майера имеет 15 баллов — умеренную загрязненность, III класса.

### 2.3. Определение степени эвтрофикации водоема Мухля по биологическому индикатору в виде личинок «мотыля»

Показателем качества воды в озерах и прудах является ее трофность — количество органических веществ, накопленных в процессе фотосинтеза в условиях наличия биогенных элементов (азот, фосфор, калий). После гибели животных возникают проблемы с разложением их трупов и изменением газового состава воды.

Процесс повышения трофности водоема называется эвтрофикация. К наиболее заметным проявлениям эвтрофикации относятся летнее «цветение» водоемов, зимние заморы, быстрое обмеление и зарастание водоемов.

Эвтрофикацию можно выявить в процессе исследования с применением биоиндикаторов. Роль биоиндикаторов в нашем случае могут играть личинки комаров-звонцов, обитающие в донных илах, богатых органикой.

Так называемый в народе «мотыль» живет в иле, питается органическими остатками и приспособлен к недостатку кислорода благодаря содержанию в крови гемоглобина. Если в составе донного ила присутствуют названный организм — это верный признак эвтрофикации.

По количеству личинок комаров-звонцов определяют степень эвтрофикации. Принято выделять три степени эвтрофикации: слабая, средняя, сильная. При сильной эвтрофикации в иле многочисленны трубочники, они часто покрывают дно сплошным слоем, в летнее время вода становится зеленой от массового размножения водорослей, а в зимнее время наблюдаются заморы рыб и водоемы нуждаются в аэрации. Воды таких водоемов мало пригодны для бытового использования. При средней эвтрофикации наблюдается увеличение численности «мотыля», трубочники единичны. При слабой эвтрофикации эти признаки отсутствуют.

В исследуемом водоеме Мухля нами не найдено трубочников, зато обнаружено 4 личинки комара-звонца.

Результаты определения степени эвтрофикации по биоиндикатору в виде личинок комара-звонца:

исследуемый водоем имеет среднюю степень эвтрофикации.

#### 2.4. Определение степени загрязненности водоема Мухля по биотическому индексу

Чистые водоемы заселяют пресноводные моллюски, личинки веснянок, поденок, вислокрылок и ручейников. Они не выносят загрязнения и быстро исчезают из водоема, как только в него попадают сточные воды.

Умеренно загрязненные водоемы заселяют водяные ослики, бокоплавыв личинки мошек (мокрецов), двустворчатые моллюски-катушки, личинки стрекоз, речной рак. Чрезмерно загрязненные водоемы заселяют малощетинковые кольцецы (трубочники), личинки комара-звонца (мотыли) и ильной мухи (крыска), пиявки, водяной ослик, прудовики.

Показателем качества воды может служить биотический индекс, который определяется по количеству ключевых видов и групп сопутствующих видов беспозвоночных животных, обитающих в исследуемом водоеме.

В нашем случае ключевым видом будет является личинка ручейника – мы обнаружили ее всего один вид (рис. 6).

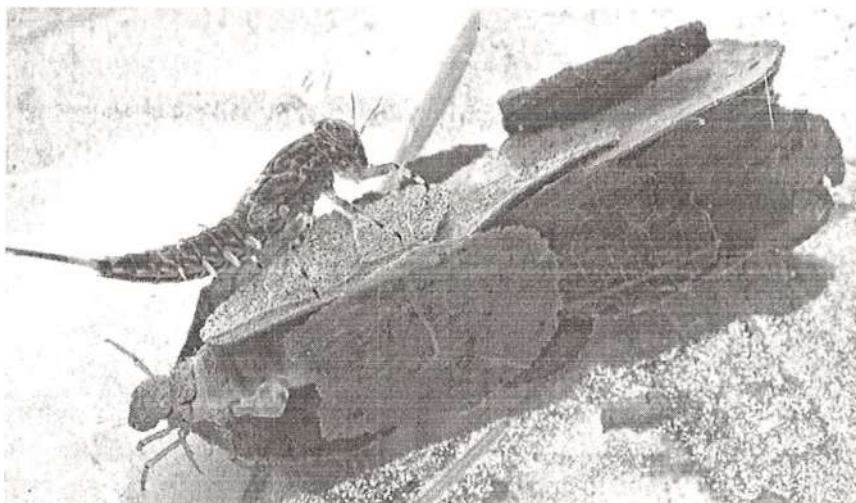


Рис. 6. Личинка ручейника

Всего нами было обнаружено еще 9 сопутствующих групп живых организмов. Биотический индекс находим по Приложению 4.

В нашем случае он равен 5.

Самый высокий биотический индекс определяется числом 10, он отражает качество воды экологически чистых водоемов, вода которых содержит оптимальное количество биогенных элементов и кислорода, в ней отсутствуют вредные газы и химические соединения, способные ограничить обитание беспозвоночных животных. Чем больше число особей ключевого вида, тем экологически чище водоем. Единичные особи ключевых видов свидетельствуют об ухудшении условий жизни.

Результаты определения степени эвтрофикации по биотическому индексу:  
исследуемый водоем имеет среднюю степень загрязнения.

## 2.5. Оценка загрязненности воды с использованием инфузории туфельки (*Paramecium caudatum*) в качестве биоиндикатора

Инфузория туфелька очень удобный объект для гидробиологического мониторинга водных экосистем в связи с достаточно простыми способами его определения, культивирования и высокими темпами размножения (рис. 7).

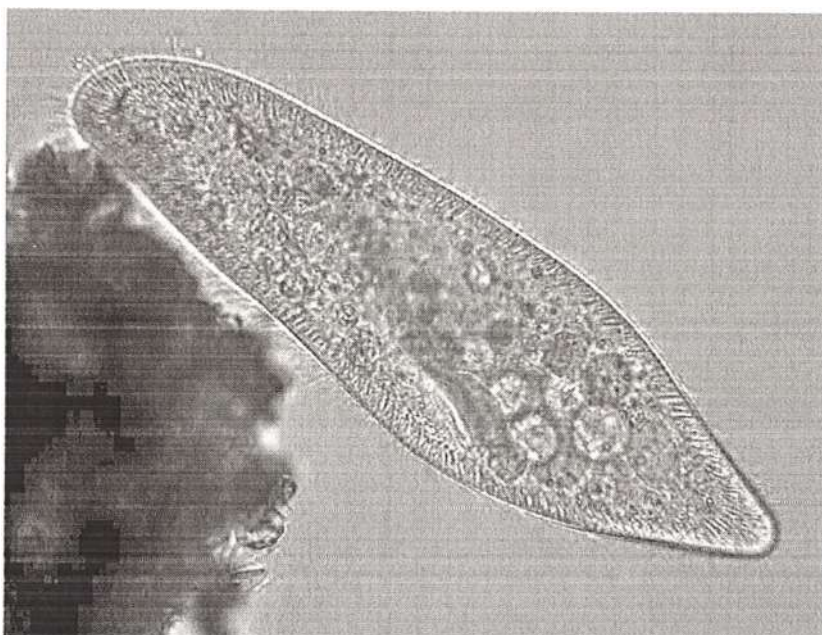


Рис. 7. Инфузория туфелька

Средой обитания инфузории туфельки является любой пресный водоем со стоячей водой и наличием в воде разлагающихся органических веществ. Они обитают и в морской воде (как в толще воды, так и возле дна), в почве и влажных мхах. Её можно обнаружить и в аквариуме, взяв пробы воды с илом и рассмотрев их под микроскопом. Инфузории произошли от примитивных жгутиконосцев; их 6000–8000 видов. Многие инфузории приспособились к комменсализму или стали паразитами.

Инфузорию выращиваем на специальной питательной среде – мелко нарезанных листьях, добавляют 1 л дистиллированной воды и кипятим в течение 15-20 мин. Полученный отвар остужаем и профильтровываем через 2 слоя марли в стеклянную банку. После чего в питательную среду добавляем примерно 100 мл воды из исследуемого водоема. Стоит отметить, что наиболее оптимально выращивать культуру инфузорий при температуре воздуха 22-25 °С.

Для поддержания жизнедеятельности культуры длительное время в качестве питательного субстрата используем высохшую кожуру банана, добавляя примерно около одной четвертой части целой кожуры в неделю, и несколько капель свежего коровьего молока примерно один раз в три дня.

Выделение и учет активно двигающихся инфузорий будем проводить методом предельных разведений образца воды жидкой питательной средой с



математической обработкой полученных данных по таблице Мак-Креди (Приложение 5).

Для этого готовим ряд последовательных 10-кратных разведений взятого образца воды жидкой питательной средой (приготовление уже описано выше) в двукратной повторности: берем пробу, не разводя ее; затем к 1 мл пробы воды добавляем 9 мл питательной среды — получаем соотношение 1:10, далее из полученного разведения берем 1 мл и добавляем опять 9 мл питательной среды — соотношение 1:100 и в завершение разводим пробу аналогичным методом 1:1000 и 1:10000.

Через 10 суток рассчитываем число пробирок, в которых размножились простейшие, наблюдая под микроскопом (рис. 8) содержимое каждой из них (рис. 9), и данные заносим в таблицу 3.



Рис. 8. Микроскоп для наблюдения инфузорий в пробах

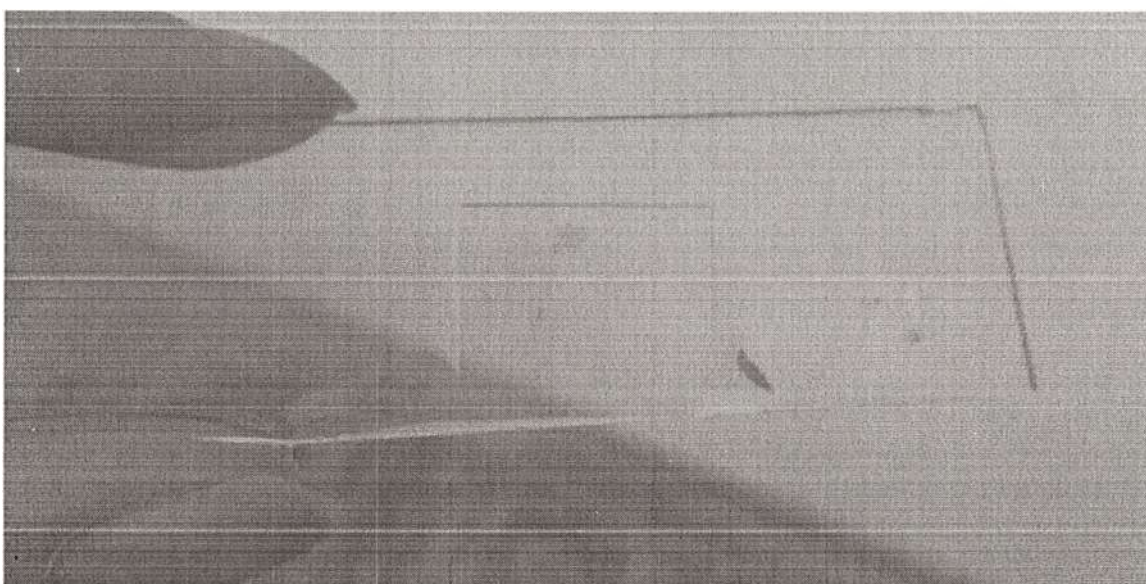


Рис. 9. Проба образца, взятая для изучения под микроскопом

Таблица 3. Учет разведения инфузорий в лабораторных условиях

Разведение	1 : 10	1 : 100	1 :1000	1 : 10000
Повторность разведения	2	2	2	2
Число пробирок с культурой простейших	2	2	1	0

На основании полученных результатов составляем числовую характеристику, состоящую из трех цифр. На первом месте отмечаем число пробирок того разведения, где во всех повторностях развилась культура простейших. Следующие две цифры обозначают число пробирок с развившейся культурой при двух последовательных разведениях.

Числовая характеристика в нашем случае — 210.

По таблицам Мак-Креди находим вероятное число, соответствующее 210. Это число — 6,0.

Так как при составлении числовой характеристики за начало ее было взято разведение 1:100, то количество простейших во взятом водном образце равно  $6,0 \cdot 100 = 600$  штук в 1 мл.

Результаты исследований степени загрязненности воды с использованием инфузории туфельки в качестве биоиндикатора:

Количество инфузорий туфелек в 1 мл образца составило 600 штук.

Выводы:

В результате проведенных исследований было установлено, что исследуемый водоем Мухля имеет сильную степень загрязнения при предварительной оценке, среднюю степень загрязнения при рекогносцировочном обследовании, по индексу Майера, биотическому индексу, оценке с использованием инфузории туфельки в качестве биоиндикатора.

На основании полученных результатов делаем вывод о том, что водоем Мухля имеет среднюю степень загрязненности.

Наша гипотеза о его сильной загрязненности не подтвердилась.

Можно порекомендовать провести очистку данного водоема.

### Список используемой литературы

1. Школьный экологический мониторинг. / Под ред. Ашихминой Т.Я. - Изд-во «Агар», 1999 г.
2. Практикум по экологии. Учебное пособие. / С.В. Алексеев, Н.В. Груздева, А.Г. Муравьев, Э.В. Гушина. - АО МДС, 1966 г.
3. Биологические методы определения качества воды. Методические разработки отдела биологии - СПбГДТЮ. 2002 г.
4. Биоиндикация состояния пресного водоема (иллюстрированная методика). Учебно-методическое издание / Данилова Ю.А., Ляндзберг А.Р., Муравьев А.Г. - СПб; Кристмас+, 1999 г.
5. Самое необыкновенное вещество в мире. / И.В. Петряков - Раритет, 1998.
6. Методы охраны внутренних вод от загрязнения и истощения / Под ред. И.К. Гавич. – М.: Агропромиздат, 1985.
7. Охрана окружающей природной среды / Под ред. Г.В. Дуганова. – К.: Высшая школа, 1990.
8. Ю. В. Новиков. «Сохраняйте чистоту водоемов»

Характер и род запаха воды естественного происхождения

Характер запаха	Примерный род запаха
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, сточной воды
Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбный	Рыбы, рыбьего жира
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Скошенной травы, сена
Неопределенный	Не подходящий под предыдущие определения

*Приложение 2*  
Интенсивность запаха воды

Балл	Интенсивность запаха	Качественная характеристика
0	Никакая	Отсутствие ощутимого запаха
1	Очень слабая	Запах, не поддающийся обнаружению потребителем, но обнаруживаемый в лаборатории опытным исследователем
2	Слабая	Запах, не привлекающий внимания потребителя, но обнаруживаемый, если на него обратить внимание
3	Заметная	Запах, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде с неодобрением
4	Отчетливая	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья
5	Очень сильная	Запах настолько сильный, что вода становится непригодной для питья и других целей

Определение состояния водоема по индексу Майера

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности к загрязнению воды, Y	Обитатели загрязненных водоёмов, Z
<p>Личинки веснянок</p> <p>Личинки поденок</p> <p>Личинки ручейников</p> <p>Личинки вислокрылок</p> <p>Двустворчатые моллюски</p>	<p>Бокоплав</p> <p>Речной рак</p> <p>Личинки стрекоз</p> <p>Личинки комаров-долгоножек</p> <p>Моллюски-катушки</p> <p>Моллюски-живородки</p>	<p>Личинки комаров-звонцов</p> <p>Пиявки</p> <p>Водяной ослик</p> <p>Прудовики</p> <p>Личинки мошки</p> <p>Малощетинковые черви</p>

Определение биотического индекса пресноводных экосистем по донным беспозвоночным

Ключевые виды организмов		Общее количество групп, сопутствующих видов организмов				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16
		Биотический индекс				
Личинки веснянок	Более одного вида	1	7	8	9	10
	только один вид	-	6	7	8	9
Личинки поденок	Более одного вида	-	6	7	8	9
	только один вид	-	5	6	7	8
Личинки ручейников	Более одного вида	-	5	6	7	8
	только один вид	4	4	5	6	7
Бокоплавцы	Все прочие виды отсутствуют	3	4	4	6	7
Водяные ослики	Все прочие виды отсутствуют	2	3	4	5	6
Черви-трубочники и/или красные личинки" хоронимы	Все прочие виды отсутствуют	1	2	3	4	-
Все другие ключевые группы отсутствуют	Некоторые организмы, не требующие растворенного кислорода, могут присутствовать (личинки мух)	0	1	2	-	-



Наиболее вероятное количество клеток микроорганизмов в единице объема исследуемой воды (по Мак-Креди)

Числовая характеристика	Наиболее вероятное число микробов при засеве параллельных пробирок				Число вая характеристика	Наиболее вероятное число микробов при засеве параллельных пробирок				Число вая характеристика	Наиболее вероятное число микробов при засеве параллельных пробирок			
	2	3	4	5		2	3	4	5		2	3	4	5
000	0,0	0,0	00	0,0	222	110	3,5	2,0	1,4	423	-	-	30,0	-
001	0,5	0,3	0,2	0,2	223	-	4,0	-	-	434	-	-	35,0	-
002	-	-	0,5	0,4	230	-	3,0	1,7	1,2	440	-	-	26,0	3,5
003	-	-	0,7	-	231	-	3,5	2,0	1,4	441	-	-	40,0	4,0
010	0,5	0,3	0,2	0,2	232	-	4,0	-	-	442	-	-	70,0	-
011	0,9	0,6	0,5	0,4	240	-	-	2,0	1,4	443	-	-	140	-
012	-	-	0,7	0,6	241	-	-	3,0	-	444	-	-	160,0	-
013	-	-	0,9	-	300	-	2,5	1,1	0,8	451	-	-	-	4,0
020	0,9	0,6	0,5	0,4	301	-	4,0	1,4	1,1	450	-	-	-	5,0
021	-	-	0,7	0,6	302	-	6,5	-	1,4	500	-	-	-	2,5
022	-	-	0,9	-	303	-	-	-	-	501	-	-	-	3,0
030	-	-	0,7	0,6	310	-	4,5	-	1,1	502	-	-	-	4,0
031	-	-	0,9	-	311	-	7,5	-	1,4	503	-	-	-	6,0
040	-	-	0,9	-	312	-	11,5	-	1,7	504	-	-	-	7,5
041	-	-	1,2	-	313	-	16,5	-	2,0	510	-	-	-	3,5
100	0,6	0,4	0,3	0,2	313	-	9,5	-	1,4	511	-	-	-	4,5
101	1,2	0,7	0,5	0,4	321	-	15,0	-	1,6	512	-	-	-	6,0
102	-	-	0,8	0,6	322	-	20,0	-	2,0	513	-	-	-	8,5
103	-	-	1,0	0,8	323	-	30,0	-	-	520	-	-	-	5,0
110	1,3	-	0,5	0,4	330	-	25,0	-	1,7	521	-	-	-	7,0
111	2,0	1,1	0,8	0,6	331	-	45,0	3,5	2,0	522	-	-	-	9,5
112	-	-	1,1	0,8	332	-	110,0	4,0	-	523	-	-	-	12,0
113	-	-	1,3	-	333	-	140,0	5,0	-	525	-	-	-	15,0
120	2,0	1,1	0,8	0,6	340	-	-	3,5	2,0	524	-	-	-	17,5
121	3,0	1,5	1,1	0,8	341	-	-	4,5	2,5	530	-	-	-	8,0
122	-	-	1,3	1,0	350	-	-	-	2,5	531	-	-	-	11,0
123	-	-	1,6	-	400	-	-	2,5	1,3	532	-	-	-	14,0
130	-	1,6	-	0,8	401	-	-	3,5	1,7	537	-	-	-	17,5
131	-	-	1,4	1,0	402	-	-	5,0	2,0	534	-	-	-	20,0
132	-	-	1,7	-	403	-	-	7,0	2,5	535	-	-	-	25,0
140	-	-	1,4	1,1	410	-	-	3,5	1,7	540	-	-	-	13,0
141	-	-	1,7	-	411	-	-	5,5	2,0	541	-	-	-	17,0
200	2,5	0,9	0,6	0,5	412	-	-	8,0	2,5	542	-	-	-	25,0
201	5,0	1,4	0,9	0,7	413	-	-	11,0	-	543	-	-	-	30,0
202	-	2,0	1,2	0,9	414	-	-	14,0	-	544	-	-	-	35,0
203	-	-	1,6	1,2	420	-	-	6,0	2,0	545	-	-	-	45,0
210	6,0	1,5	0,9	0,7	421	-	-	9,5	2,5	550	-	-	-	25,0
211	13,0	2,0	1,3	0,9	423	-	-	17,0	-	551	-	-	-	35,0
212	20,0	3,0	1,6	1,2	422	-	-	13,0	3,0	552	-	-	-	60,0
213	-	-	2,0	-	424	-	-	20,0	-	553	-	-	-	90,0
220	25,0	2,0	1,3	0,9	430	-	-	11,5	2,5	554	-	-	-	100
221	70,0	3,0	1,6	1,2	431	-	-	16,5	3,0	555	-	-	-	180
					432	-	-	20,0	4,0					