

Управление по образованию администрации Ленинского района
города Минска
Государственное учреждение образования «Средняя школа №164
города Минска»

**Районный этап городского конкурса «Вода.by»
Номинация №4 « Экологический проект»**

«Макрозообентос реки Свислочь города Минска»

Авторы работы :

Нестерова Полина Вадимовна
ГУО «Средняя школа №164 г. Минска»,
11 класс
ул. Плеханова 56-2-54
+375292973403

Михалькевич Полина Владимировна
ГУО «Средняя школа №164г. Минска»,
11 класс
пр. Рокоссовского, 4-4-404,
д.т. 271-83-09

Научный руководитель:

Грабар Екатерина Григорьевна
ГУО «Средняя школа №164 г. Минска»
учитель биологии ,
м.т. +375295595428

Научный консультант:

Макаренко Андрей Игоревич
н.с. лаборатории гидробиологии ГНПО
«НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»
+375296181894

г.Минск, 2019

Содержание

Введение	3
Актуальность. Цели, задачи и методы исследования.....	5
Результаты исследования.....	10
Выводы	13
Заключение	14
Литература	15
Приложения.....	16

Введение

Биоиндикация как метод экологического исследования состояния водоемов.

Гидробиологический контроль качества воды – важнейшая составная часть экологического мониторинга поверхностных вод.

Важным компонентом гидробиологического контроля является *биоиндикация (биодиагностика)* – оценка качества воды, уровня и характера загрязнённости водоема по растительному и животному населению водоемов [4, стр.90].

Преимуществом биоиндикационных методов перед другими является то, что, во-первых, они не требуют никаких специальных углубленных знаний и дорогостоящего оборудования, во-вторых, с помощью гидробиологических методов можно получить довольно быстро точные результаты, так как животные и растения чутко реагируют на загрязнение окружающей среды [4, стр.83].

Макрозообентос как показатель состояния водной системы

О чистоте воды природного водоема можно судить по видовому разнообразию и обилию животного населения [10, стр.183].

В настоящее время для оценки качества вод успешно применяют различные индикаторные организмы донных бентосных сообществ, которые имеют длительные жизненные циклы, ведут малоподвижный образ жизни и в связи с этим являются хорошими показателями качества воды [4, стр.91]. Высокая требовательность к условиям существования ряда видов водных беспозвоночных, приуроченность к определенным субстратам, относительная малоподвижность позволяют использовать зообентос для регистрации антропогенного воздействия на водные экосистемы. Обычно для биодиагностики водоёмов используют макрозообентос, относительно крупные размеры которых облегчают задачу обнаружения и распознавания этих организмов [1, стр.1-2](приложение №1).

Толерантность разных бентосных видов к уровню загрязнения неодинакова. Поэтому по наличию в водоёме тех или иных представителей макрозообентоса можно судить о степени его чистоты:
1. Чистые водоемы заселяют личинки веснянок, поденок, вислоккрылок и ручейников. Они не выносят загрязнения и быстро исчезают из водоема,

как только в него попадают сточные воды;
2. Умеренно загрязненные водоемы заселяют водяные ослики, бокоплавцы, личинки мошек (мокрецов), двустворчатые моллюски-шаровки, битинии, лужанки, личинки стрекоз и пиявки (большая ложноконская, малая ложноконская, клепсина);
3. Чрезмерно загрязненные водоемы заселяют малощетинковые кольцецы (трубочники), личинки комара-звонца (мотыли) и ильной мухи (крыска) [10, стр.183].

Характеристика реки Свислочь и пробных площадок

По мнению В. Н. Топорова и О. Н. Трубачёва, Свислочь — скорее всего балтийское название^[3]. В названии вычленяется основа *-висл-* («течение»), имеющая индоевропейское происхождение. Формант *-очь* объясняется из балтийского *akis* «источник». Начальное *с* образовалось из предлога для обозначения *стечения* (*слияния*), в пользу чего свидетельствует ранняя форма гидронима *Виславица* и употребление прилагательного *вислочский*.

По другой версии, название состоит из элементов *св-* (Свитязь, Освея, Свирь и др.) и *-сл-* (Ислочь, Ослик, Словечна, Случь и др.). Значение элемента *-сл-* можно установить по некоторым словам, сохранившимся в живых и мёртвых языках, например: прусск. *salus* «ручей», местный смоленский термин *салик* «луговой ручей»

Третья версия: значение основы — «влага, болото, разлив».

В прошлом использовалась для рыболовного промысла, судоходства и сплава леса, в настоящее время имеет, в основном, ограниченное рекреационное значение (только в верхнем течении, так как в Минске и ниже его по течению река сильно загрязнена коммунальными и промышленными отходами), а также как источник технического водоснабжения предприятий Минска.

Актуальность. Цели, задачи и методы исследования.

Социальная значимость работы обусловлена тем, что река Свислочь и прилегающая к нему территория расположены близ нашего учебного заведения. На берегу реки расположены ГУО «Средняя школа №164», ГУО «Лицей №2», ГУО «Средняя школа №152», частные дома, пролегает велослужба. Жители частных домов используют реку не только для хозяйственных и бытовых нужд, но и ловят в нём рыбу. В связи с этим *актуально* проведение оценки качества воды в реке, выявление проблем и предложение конкретных мер по улучшению его экологического состояния.

Исходя из актуальности исследования, *целью работы* является исследование экологического состояния реки Свислочь методами биоиндикации.

Для достижения цели были выполнены следующие *задачи*:

1. Дана характеристика макрозообентоса как показателя состояния водных экосистем (по литературным данным).
2. Выбраны биоиндикационные методики для проведения исследования реки.
3. Проведено описание объекта исследования; выделены биоиндикационные группы и виды организмов.
4. Дана оценка экологическому состоянию водоема с использованием индекса Майера и Гуднайта-Уотеля.

Основным *методом исследования* является биоиндикация водоёма по видовому составу макрозообентоса. Используемые методики заключается в определении экологического состояния объекта по индикаторным группам и организмам-индикаторам.

Исследования проводились в летний период 2018 года.

Методы исследования, объект и этапы исследования

Для исследования экологического состояния реки Свислочь были выбраны 3 пробные площадки (см. Приложение 3,5). Расстояние между местами забора проб составляет около 100 м. Основанием для выбора площадок послужили различный уровень антропогенной нагрузки в указанных местах, а также возможность подхода к кромке воды для исследования макрозообентоса.

Отбор проб производился в летнее время. Для сбора и обработки проб макрозообентоса руководствовались рекомендованными для гидробиологических исследований методами.

Отбор количественных проб осуществлялся гидробиологическим сачком по стандарту ISO 7828 в местах с заиленным дном с небольшим количеством твердого субстрата, такого как камни, коряги и прочее где наблюдалась преобладающая прибрежная растительность такая как рдесты, тростники, осоки.

Образцы исследуемого материала помещались в пластиковые емкости, после чего производилась их фиксация 10%-ным раствором формалина или 70%-ным раствором спирта. Камеральная обработка проб происходила в лабораторных условиях при помощи бинокулярного микроскопа МБС-10.

Размеры пробных площадок: 5x5 м; прибрежная растительность описывалась на прилегающих к ним площадках размером 10x10 м. Каждая проба зообентоса состояла из 3 заборов донного материала. Для макрозообентоса подсчитывалось число особей каждого вида в пробе. В общей сложности были отобраны по 3 количественные пробы. Таким образом зная размер сачка, площадь с которой был произведен отбор составила 1 м².

Определение степени загрязнённости и класса качества воды по индикаторным таксонам макрозообентоса

Среди обнаруженных представителей макрозообентоса выделяются 3 индикаторные группы по степени чувствительности к загрязнённости водоёма в соответствии с Приложением 2 [11, стр.192-196]. По соотношению численности особей этих групп можно косвенно судить о степени загрязнённости водоёма.

Определение состояния водоема по индексу Гуднайта-Уотлея.

Показателем качества воды в озерах и прудах является ее трофность, понимаемая как количество органических веществ, накопленных в процессе фотосинтеза в условиях наличия биогенных элементов (азот, фосфор, калий). Органическое вещество обеспечивает существование животного населения и его видовое разнообразие, численность популяций зависит от количества пищи. После смерти животных возникают проблемы с разложением их трупов и изменением газового состава воды. Процесс повышения трофности водоема называется эвтрофикацией. 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 этом случае могут играть личинки комаров-дергунов или хирономусов и малощетинковые кольцецы, обитающие в

донных илах, богатых органикой. Личинки хирономусов, называемые в народе «мотылем», и кольцецы живут в иле, питаются органическими остатками и приспособлены к недостатку кислорода благодаря содержанию в крови гемоглобина. Если в составе донного ила присутствуют названные организмы — это верный признак эвтрофикации. Для выяснения этого факта необходимо с помощью водного сачка или черпака добыть ил со дна водоема, затем тщательно отмыть на сите или металлической сетке с мелкими ячейками обитающие организмы. По количеству кольцецов и хирономид определяют степень эвтрофикации. Принято выделять три степени эвтрофикации: 1) слабая; 2) средняя; 3) 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.

Для оздоровления водоемов с сильной эвтрофикацией можно рекомендовать скашивание и уборку водных растений, удаление со дна ила, называемого сапропелем. Сапропель в свежем виде можно вносить в почву в качестве ценного органического удобрения.

Показателем эвтрофикации может служить также индекс Гуднайта-Уотлея. Для определения индекса собирают бентосные организмы с определенной площади дна. С помощью скребка или лопаты снимают донный грунт, тщательно промывают его на сите. Организмы, оставшиеся на сите, помещают в емкость с водой. В лаборатории собранных животных разбирают на две группы: одна группа — малощетинковые кольцецы, вторая — прочие виды. После подсчета организмов в группах находят Индекс Гуднайта-Уотлея по формуле:

$a = M/V \cdot 100$, где a — индекс; M — численность малощетинковых червей; V — численность всех видов организмов.

После нахождения индекса определяют степень загрязнения водоема по табл.

Таблица 1- Определение степени загрязнения водоема по индексу Гуднайта-Уотеля

<i>Состояние водоема</i>	<i>От 80%</i>	<i>80%-60%</i>	<i>До 60%</i>
<i>Сильное</i>	****		

<i>загрязнение</i>			
<i>Сомнительное загрязнение</i>		****	
<i>Хорошее состояние</i>			****

Определение состояния водоема по индексу Майера

Наиболее простая методика биоиндикации. Эта 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.

Таблица 2- Определение степени загрязнения водоема по индексу Майера

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров – долгоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски-катушки	Личинки мошки
	Моллюски-живородки	Малощетинковые черви

Нужно отметить, какие из приведенных в таблице групп обнаружены в пробах. 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: $X \cdot 3 + Y \cdot 2 + Z \cdot 1 = S$.

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов – водоем чистый и имеет 1 класс качества; 17-21 баллов – 2 класс качества; 11-16 баллов –

умеренная загрязненность, 3 класс качества; менее 11 – водоем грязный, 4-7 класс качества.

Простота и универсальность метода Майера дают возможность быстро оценить состояние исследуемого водоема. Точность метода невысока. Но если проводить исследования качества воды регулярно в течение какого-то времени и сравнивать полученные результаты, можно уловить, в какую сторону изменяется состояние водоема.

Используя индекс Майера нами было выявлено: исследуемый природный водный объект относится к 3 классу качества воды – умеренно-загрязненный.

$3X+2Y+1Z=$ индекс загрязнения водоема, где $X=2, Y=2, Z=4$ соответственно: $3*2+2*2+1*4=14$ – соответствие 3-му индексу по Майеру или умеренно-загрязненный водоем.

Биоиндикация способности водоёма к самоочищению по гидрофитам и гигрофитам

О протекании в водоёме процесса самоочищения и степени его интенсивности можно судить по видовому разнообразию и обилию растений – индикаторов самоочищения водоёма. Список этих растений представлен в Приложении 3

Результаты исследования.

Исследование реки Свислочь проводилось на трёх пробных площадках (Приложение 3,5). Показатели, характеризующие пробные площадки, представлены в Приложение 3.

Таблица 2- Характеристика пробных площадок

<i>Параметры сравнения</i>	<i>Площадка 1</i>	<i>Площадка 2</i>	<i>Площадка 3</i>
<i>Окружающая местность</i>	Смешанный лес , велодорожка	Прибрежные заросли ивы, березы, ольхи; хозяйственные постройки	
<i>Характер берега</i>	Крутой	Пологий	Топкий, сплавина
<i>Грунт</i>	Песчано-илистый		Илистый
<i>Обрастания погружённых в воду предметов</i>	Скользкий наилок на мусоре, ветках.	Скользкий наилок на пне, камнях	Скользкий наилок на настиле к озеру
<i>Загрязнение поверхности воды</i>	Бытовой мусор в воде и на берегу озера		Бытовой мусор в зарослях прибрежной растительности

<i>Основные формы антропогенных воздействий</i>	Хозяйственная деятельность и отдых населения (разведение костров, замусоривание, вытаптывание, ловля рыбы)	Замусоривание, ловля рыбы
---	--	---------------------------

Показатели воды

<i>Температура</i>	19 ⁰ С	18 ⁰ С	15 ⁰ С
<i>Цвет</i>	Светло-жёлтый	Желтый	Коричневатый
<i>Запах</i>	Болотный (илистый, тинистый)		

Характеристика прибрежной и высшей водной растительности на пробных площадках

Растительность прибрежной зоны реки Свислочь представлена болотными и лесными ценозами. На всех пробных площадках прибрежная растительность не очень разнообразна: 12 видов травянистых и 5 видов древесно-кустарниковых растений; на площадке 1 древесно-кустарниковая растительность отсутствует.

Травянистая растительность береговой зоны площадок 1 и 2 довольно скудная и представлена в основном небольшими сообществами тростника обыкновенного. По урезу воды на пробной площадке 1 размещены небольшие сообщества осоки вздутой. На площадке 3 прибрежная травянистая растительность развита достаточно хорошо. Акватория этой площадки окружена зыбкой сплавиной, образуемой сообществами камыша лесного.

На площадках 1 и 2 в воде наблюдается интенсивное разрастание погружённых в воду макрофитов – рдеста курчавого.

На площадке 3 наблюдаются погруженные и плавающие на поверхности воды растения. Здесь макрофиты представлены большим количеством частично погружённого в воду рогоза широколистного. На площадках 1 и 2 встречается по 2 вида частично погружённых в воду макрофитов, но они не столь многочисленны, как рогоз на площадке 3.

Характеристика макрозообентоса на пробных площадках

В пробах, взятых в реке Свислочь обнаружен 22 вида беспозвоночных (200 особей), На площадках 2 и 3 обнаружены представители всех указанных систематических групп, а в пробе, взятой на площадке 1, отсутствуют олигохеты и моллюски. Отсутствие моллюсков на 1-й площадке объясняется следовым присутствием на данном участке высшей водной растительности, служащей для них пищей и укрытием.

В целом макрозообентос наиболее разнообразен и многочислен на площадке 3 Видовой и количественный состав макрозообентоса в реке Свислочь представлен в Приложении 2.

По видовому разнообразию на всех площадках преобладают водные насекомые и обитающие в воде личинки насекомых, они же доминируют и по численности на площадках 1 и 3. На всех площадках найдены водные жуки и клопы (см. Приложение 2), которые являются индикаторами степени зарастания водоёма настоящей водной растительностью: особенности питания и размножения позволяют данным животным обитать только в водоёмах с хорошо развитой высшей водной растительностью. На всех пробных площадках встречаются также пиявки, численность этих животных в пробах невелика.

В проведенном исследовании были выявлены следующие показатели: по индексу Гуднайта-Уотеля : М- численность малощетинковых червей составила 12 единиц

В- численность организмов всех видов составила 200 единиц, таким образом, общий показатель загрязнения водоема имеет следующее значение : $(12/200)*100=60\%$, что говорит о хорошем состоянии водоема, но, т.к. 60% это пограничное значение между двумя классификационными группами, то стоит проводить профилактическую работу, направленную на поддержание экологической чистоты водоема. по индексу Майера исследуемый природный водный объект относится к 3 классу качества воды – умеренно-загрязненный.

$3X+2Y+1Z=$ индекс загрязнения водоема,

где $X=2, Y=2, Z=4$ соответственно:

$$3*2+2*2+1*4=14$$

соответствие 3-му индексу по Майеру или умеренно-загрязненный водоем (11-17 баллов).

Выводы

На исследуемой территории выявлено 22 вида представителей макрозообентоса. Среди них выявлено 14 индикаторных видов беспозвоночных, что позволило оценить экологическое состояние данного водоёма с помощью методов биоиндикации. Результаты, полученные в ходе работы, позволяют сделать следующие выводы:

1. Растения-индикаторы указывают на присутствие в воде тяжёлых металлов, наличие органического загрязнения, а также на незначительное повышение содержания биогенных элементов реки Свислочь.
2. В целом состояние воды в реке оценено как промежуточное между удовлетворительным и загрязненным, что соответствует 3 классу качества воды.
3. Наиболее подвержены загрязнению участки реки вблизи площадок 1 и 3; на площадке 2 состояние реки наиболее благоприятное, что подтверждается визуальными наблюдениями уровня антропогенной нагрузки на водоём и его прибрежную зону.
4. Способность реки к самоочищению довольно высока, что частично компенсирует его загрязнение.

Заключение

Биоиндикационные методики позволяют выявить наличие некоторых видов загрязнения и оценить экологическое состояние водоёма. Но они не дают количественной оценки содержания в воде тех или иных загрязняющих веществ. Поэтому для подтверждения и уточнения полученных результатов необходимо продолжить работу и провести химическое исследование качества воды в реке Свислочь.

Практическая значимость работы заключается в том, что в процессе исследования были освоены некоторые биоиндикационные методики и дана характеристика экологического состояния реки Свислочь. Выявлено, что водоём и его окрестности подвергаются определённой антропогенной нагрузке, поэтому рекомендуется проведение следующих мероприятий для сохранения экосистемы реки:

1. Регулярная очистка реки от бытового мусора силами учащихся прилегающих школ и волонтеров;
2. Создание экологической тропы, которая несла бы учебно-просветительскую информацию о реке, его обитателях и мероприятиях по охране водоёма;
3. Освещение через местную прессу результатов исследования экологического состояния реки Свислочь.

Литература

1. Изучение водных беспозвоночных реки и оценка ее экологического состояния: метод. пособие / Сост. Боголюбов А.С., Засько Д.Н. – М.: Экосистема, 1999 – 8 с.
2. Козлов М.А., Олигер И.М. Школьный атлас-определитель беспозвоночных. – М.: Просвещение, 1991. – 207 с.
3. Комплексная экологическая практика школьников и студентов. Программы. Методики. Оснащение. Учебно-методическое пособие. Под редакцией проф. Л.А. Коробейниковой. Изд. 3-е, перераб. и дополн. – СПб.: Крисмас+. 2002. – 268 с.
4. Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание озер: метод. пособие / Сост. Боголюбов А.С. – М.: Экосистема, 1996 – 12 с.
5. Новиков В.С., Губанов И.А. Школьный атлас-определитель высших растений: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1991. – 240 с.
6. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов). – М.: Изд-во НИА-Природа, РЭФИА, 2004. – 220 с.: 15 ил.
7. Хейсин Е.М. Краткий определитель пресноводной фауны. М.: Учпедгиз, 1962 – 148 с.
8. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: АГАР, 2000 – 386 с.
9. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е.В. Веницианов и др., под ред. Е.А. Заика. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 252 с.

Приложение №1

Классификация водных организмов

1. Бентос – сообщество организмов, обитающих в грунте и придонном слое воды.

2. Зообентос (от bentos–глубина) – это совокупность беспозвоночных животных, которые населяют дно водоемов (или бенталь), водную растительность (или фиталь), а также другие субстраты, в том числе различные гидротехнические сооружения.

3. Макрозообентос – наиболее крупные представители зообентоса, с размером тела более 2 мм: черви (планарии, малощетинковые кольцецы, пиявки, круглые черви), моллюски (брюхоногие, двустворчатые), ракообразные (бокоплавыв, равноногие и десятиногие ракообразные и др.), паукообразные, насекомые (личинки комаров-звонцов, мокрецов, поденок, веснянок, ручейников, стрекоз и др.) и т.п.

Приложение №2

Видовое разнообразие макрозообентоса реки Свислочь

Вид		Плотность (экз/м ²)
Тип Mollusca (Тип Моллюски)		
Отряд Pyramidelloida		
<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)	Живородка речная	7,4±0,6
<i>Valvata macrostoma</i> Mörch, 1864	Валвата макростома	0,34
Отряд Pulmonata		
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	Битиния щупальцевая	6,3±1,6
<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)	Радикс балтика	4,6±0,9
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Большой прудовик	0,34
<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Физа заостренная	2,8±0,1
Отряд Neritoida		
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	Теодоксус флувиатилис	0,34
Отряд Veneroidea		
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	Дрейсена полиморфа	2,3±0,2
Класс Oligochaeta малощетинковые черви		
Oligochaeta gen. sp.	Олигохеты	12,1±1,1
Класс Hirudinea (пиявки)		
<i>Helobdella stagnalis</i>	Двуглазая	5,4±1

(Linnaeus, 1758)	Клепсина	
<i>Hemiclepsis marginata</i> (O.F. Müller, 1774)	Пиявка окаймленная	0,34
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	Пиявка ложноконская малая	2,7±0,3
Отряд Odonata (стрекозы)		
<i>Coenagrion pulchellum</i> Vander Linden, 1825	Стрелка красивая	2,2±1,4
Тип Arthropoda		
Отряд Heteroptera (полужесткокрылые или клопы)		
<i>Callicorixa praeusta</i> (Fieber, 1848)	Гребляк чернолапый	0,34
<i>Sigara sp.</i>	Клоп – гребляк	0,34
Отряд Coleoptera (жесткокрылые или жуки)		
<i>Donacia sp.</i>	Радужница водная	0,34
Отряд Amphipoda (разноногие)		
<i>Synurella ambulans</i> (F. Müller, 1846)	Подвижная сирунелла	2,7±0,4
Отряд Isopoda (равноногие)		
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	Водяной ослик	73,8±11,3
Отряд Trichoptera (ручейники (шитики))		
<i>Hydropsyche</i> <i>angustipennis</i> Curtis, 1834	Ручейник	6,4±0,8
<i>Hydropsyche</i> <i>contubernalis</i> MacLachlan, 1865	Ручейник	11,8±4,6
<i>Hydropsyche pellucidula</i> Curtis, 1934	Ручейник- гидропсих	3,3±1,0
<i>Molanna angustata</i> Curtis, 1834	Моллана	4,1±0,7

Приложение № 3
Характеристика пробных площадок

<i>Параметры сравнения</i>	<i>Площадка 1</i>	<i>Площадка 2</i>	<i>Площадка 3</i>
<i>Окружающая местность</i>	Смешанный лес , велодорожка	Прибрежные заросли ивы, березы, ольхи; хозяйственные постройки	
<i>Характер берега</i>	Крутой	Пологий	Топкий, сплавина
<i>Грунт</i>	Песчано-илистый		Илистый
<i>Обрастания погружённых в воду предметов</i>	Скользкий наиллок на мусоре, ветках.	Скользкий наиллок на пне, камнях	Скользкий наиллок на настиле к озеру
<i>Загрязнение поверхности воды</i>	Бытовой мусор в воде и на берегу озера		Бытовой мусор в зарослях прибреж

			ной растительности
<i>Основные формы антропогенных воздействий</i>	Хозяйственная деятельность и отдых населения (разведение костров, замусоривание, вытаптывание, ловля рыбы)		Замусоривание, ловля рыбы
<i>Показатели воды</i>			
<i>Температура</i>	19 ⁰ С	18 ⁰ С	15 ⁰ С
<i>Цвет</i>	Светло-жёлтый	Желтый	Коричневатый
<i>Запах</i>	Болотный (илистый, тинистый)		

Приложение №4

Состояние качества воды по индексу Майера и Гуднайта-Уотеля

Определение состояния водоема по индексу Майера

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров – долгоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски-катушки	Личинки мошки
	Моллюски-живородки	Малощетинковые черви

Нужно отметить, какие из приведенных в таблице групп обнаружены в пробах. Количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего раздела – на 1.

$$X \cdot 3 + Y \cdot 2 + Z \cdot 1 = S$$

Получившиеся цифры складывают:

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов – водоем чистый и имеет 1 класс качества; 17-21 баллов – 2 класс качества; 11-16 баллов – умеренная загрязненность, 3 класс качества; менее 11 – водоем грязный, 4-7 класс качества.

Подсчет организмов в группах находят Индекс Гуднайта-Уотля по формуле:

$$a = M/V \cdot 100,$$

где a — индекс;

M — численность малощетинковых червей;

V — численность всех видов организмов.

После нахождения индекса определяют степень загрязнения водоема по табл.

Таблица - Определение степени загрязнения водоема по индексу Гуднайта-Уотля

<i>Состояние водоема</i>	<i>От 80%</i>	<i>80%-60%</i>	<i>До 60%</i>
<i>Сильное загрязнение</i>	****		
<i>Сомнительное загрязнение</i>		****	
<i>Хорошее состояние</i>			****

Приложение №5

Исследуемые площадки реки Свислочь города Минска

