Университет Правительства Москвы

VI Конкурс исследовательских и проектных работ обучающихся образовательных организаций города Москвы и Московской области «Мегаполис XXI века – город для жизни» в 2021/2022 учебном году

Конкурсная работа

На тему: «Биоиндикация реки Вохонка»

Выполнили: учащаяся 11г класса Ваньчкова Татьяна Александровна, Муниципальное общеобразовательное учреждение «Лицей №2 им. В.В. Тихонова» городского округа Павловский Посад Московской области Подпись МВань Консультант: магистрант 1 курса биологохимического факультета ГОУ ВО МО ГГТУ Г.Орехово-Зуево Московской области

Научный руководитель работы:

Никишина Светлана Николаевна, учитель

биологии

Подпись

Подпись Шош -

Руководитель МОУ «Лицей №2 им. В.В.

Тихонова»,

Боброва Одьга Александровна

Москва

2021-2022

Рецензия на исследовательскую работу ученицы 11 класса МОУ «Лицей №2 им. В.В. Тихонова» г.о. Павловский Посад Ваньчкову Татьяну Александровну.

Для работы была выбрана тема «Биоиндикация реки Вохонка» Тема рецензируемой работы является достаточно актуальной, т. к. проблема загрязнения крупных рек является острой темой для обсуждения, но для её решения требуется уделить внимание малым рекам, впадающим в них. Поэтому определение степени загрязнения малых рек в настоящее время является ключевой задачей.

Исследовательская работа структурно выстроена правильно, логична, четко сформулированы цель и задачи, присутствуют элементы исследования научного характера и заключение к работе, содержание отвечает выбранной теме.

Исследовательская работа четко структурирована, грамотно изложена, прослеживается логическая связь между частями работы, отличается завершённостью. Автором использованы общенаучные термины.

В работе автор проявила исследовательские качества, самостоятельность в изучении большого объема специализированной источников информации, компьютерную грамотность в оформлении и создании презентации к защите.

Руководитель: Никишина Светлана Николаевна, учитель биологии МОУ «Лицей №2 им. В.В. Тихонова» г.о. Павловский Посад

Оглавление

Введение
ГлаваI–Теоретическая 4
ГлаваII–Практическая 17
Вывод22
Список литературы
Приложения24

Введение

Актуальность: проблема загрязнения крупных рек является острой темой для обсуждения, но для её решения требуется уделить внимание малым рекам, впадающим в них. Поэтому определение степени загрязнения малых рек в настоящее время является актуальной задачей.

Цель работы:

Изучить реку Вохонку методами биоиндикации. Выяснить изменения в её экологическом состоянии со временем.

Задачи:

- 1. Произвести сбор донных организмов и, используя различные определители, установить их видовую принадлежность.
- 2. Исходя из данных о количественном и качественном составе зообентоса по методике определить класс качества воды.
- 3. На основе вышесказанных данных, при наличии загрязнения, сделать прогноз его возможного развития.
- 4. Приобщить людей к проблемам экологии малых рек их города, в частности, к проблеме возможного загрязнения реки Вохонки.

Методы:

- 1. Консультация у компетентных людей, в особенности у руководителей проекта.
- 2. Изучение литературы.
- 3. Сбор образцов зообентоса.
- 4. Анализ и определение собранных образцов.
- 5. Получение числовых данных для формул индексов на основе найденной биоты.
- 6. Составление графиков, диаграмм и формулировка вывода.

Гипотеза: на основе неудовлетворительного экологического состояния реки Клязьмы можно сделать вывод о том, что впадающие в неё малые реки имеют схожие показатели загрязнения.

Глава I – теоретическая.

Владимир Путин подписал Указ о проведении в 2017 году в Российской Федерации Года экологии. Наступивший 2017 год в России прозошёл под эгидой экологии. В частности, одной из важнейших проблем экологии является проблема рационального водопользования и охраны малых рек от загрязнения и истощения. Именно на малые реки приходится около 50 процентов объема речного стока по стране.

На основе программы экологической реабилитации малых рек Московской области, специалисты Министерства экологии и природопользования Московской области обследовали 1466 километров рек Подмосковья. По итогам проверки было выявлено, что в неудовлетворительном состоянии находятся 673 км рек на территории региона, из которых реабилитация требуется 118 км. В отношении остальных достаточно провести санитарную очистку и расчистку.

По словам министра экологии и природопользования Московской области Александра Когана, на главных реках региона — Москве, Оке и Клязьме — особенно сказывается <u>антропогенное воздействие</u> (Приложение 1). На некоторых участках специалисты при исследовании проб выявили 50-кратное превышение предельно допустимых концентраций нефтепродуктов, соединений марганца, меди, железа и других загрязняющих веществ.

До 2023 года запланирована реабилитация 73 км малых рек Московской области в шести муниципальных образованиях. Так, проведут работы на 21,5 км рек в Балашихе — реки Пехорка и Малашка, на 10 км рек в Мытищах — это реки Яуза, Борисовка и Сукромка, на 7,7 км реки Баньки в Красногорске, на 11 км реки Пахры в Подольске. Также работы будут проведены на 13 км реки Клязьмы в Щелковском районе и на 10 км реки Альбы в Дмитровском районе.

Работы на Пехорке и Малашке начались еще 2016 году и в 2018-м их планируют завершить, в 2017 году начинаются работы на Яузе, Борисовке и Сукромке — здесь они будут вестись до 2019 года. В 2019—2020 году планируют провести работы на Баньке, на Пахре — в 2020—2021-м, на Клязьме в 2021—2022-м и на Альбе в 2022—2023 году.

Одной из важнейших рек Московской области, которая впадает в Клязьму, является Вохонка. **Вохонка** (Вохна) — малая река в городском округе Электросталь и городском округе Павловский Посад Московской области, правый приток Клязьмы. Протекает по территории города Павловский Посад.

Протяжённость русла 28 км. Бассейн (площадь водосбора) — 241 км². Река имеет болотно-снеговое питание.

Два основных притока: левый — Ходца, расположен в 3,6 км от устья Вохны правый — Слогавка, расположен в 11 км от устья. Также имеются несколько впадающих осущительных канав.

На реке имеются несколько населённых пунктов — посёлки Фрязево и Елизаветино, деревни Грибаново, Сонино, Игнатово, Дмитрово, Фатеево, сёла Казанское и Рахманово, а также город Павловский Посад.

Река является стоком для жилой сферы указанных поселений, а также животноводческого комплекса Фрязевский и Рахмановского шёлкового комбината.

Экологическое состояние Вохонки остаётся под вопросом. Нельзя с полной уверенностью говорить, что Вохна также грязна, как и Клязьма, или является чище её. В связи с тем, что не проводилось известных исследований Вохонки, касающихся её уровня загрязнения, то было решено дать оценку качеству воды. Понятие "качество воды" подразумевает комплексную оценку, которая включает гидрохимические и гидробиологические характеристики. В настоящее время продолжает использоваться традиционный подход к оценке качества воды,

основанный на определении только ряда химических показателей (Приложение 2). Это не позволяет оценить изменения в водной экосистеме, оценить степень ее нарушенности, выяснить механизм нарушения и дать прогноз дальнейшего изменения в экосистеме. Такие задачи можно решить, используя методы биоиндикации. В водоемах с наиболее «чистой» 1 водой, содержащей низкие концентрации биогенных и органических веществ, количество видов гидробионтов и их обилие обычно ниже, чем в тех водоемах, где органические вещества, соединения азота И фосфора присутствуют концентрациях. Для многих водных организмов, обитающих в мезо- и эвтрофных водах, умеренный уровень загрязнения является нормальным состоянием среды обитания. Часть таких видов вполне может служить индикаторами загрязнения воды органическими и биогенными веществами. Другая часть видов, обитающих в узких пределах условий окружающей среды, не выдерживают даже небольшого загрязнения и исчезают – такие виды являются хорошими индикаторами низких уровней загрязнения.

По мере поступления органических и биогенных веществ происходит постепенное изменение химического состава воды, видового гидробионтов, происходит перестройка структуры и функций экосистемы в целом. В начале процесса загрязнения изменения в экосистеме незначительны и обратимы. В дальнейшем экосистема увеличивает свою способность к переработке поступающих веществ, но до определенного предела. Его превышение приводит к деградации и полному разрушению экосистемы. Важнейшей комплексной характеристикой состояния водоема является уровень его сапробности. Сапробность - характеристика водоема, показывающая уровень его загрязненности органическими веществами и продуктами их распада. По нарастанию количества органических веществ различают водоемы олигосапробные (практически незагрязненные), бета-мезосапробные (слабо или умеренно загрязненные), альфа-мезосапробные (загрязненные) и полисапробные - сильно загрязненные органикой (Приложение 2). Как правило, высокие концентрации органических веществ в водоемах вызываются сбросом в них сточных вод бытового и сельскохозяйственного происхождения. Под сапробностью какого-либо вида животных или растений понимают его способность обитать в воде с соответствующим уровнем органического загрязнения.

От олигосапробной к полисапробной зоне ухудшаются многие важные для водных обитателей показатели: уменьшается содержание растворенного в воде кислорода, необходимого для дыхания гидробионтов, нитраты превращаются в более токсичные нитриты и аммонийные соединения. Сульфаты переходят в сульфиты и далее в сульфиды вплоть до образования сероводорода. При этом уменьшается количество видов живых существ, требовательных к содержанию кислорода, вплоть до полного их исчезновения. В то же время виды, способные выдержать изменение химического состава воды и недостаток кислорода, могут даже увеличить свою численность за счет притока питательных веществ и исчезновения конкурентов Этот процесс называется антропогенным эвтрофированием водоема. По мере дальнейшего загрязнения ситуация ухудшается: исчезает все больше видов, нарушаются пищевые связи, нарушаются круговороты веществ и использование энергии в системе. Снижается устойчивость экосистемы, ее способность к переработке веществ и "самоочищению", экосистема деградирует. По разнообразию отмеченных в водоеме видов-индикаторов и их обилию определяют уровень сапробности водоема.

Для комплексной характеристики качества вод среди биологических методов выделяют две основные группы: это методы биотестирования и биоиндикации.

В методиках биотестирования в качестве основного показателя используется физиологическая или поведенческая реакция на загрязнение воды определенного вида живых организмов. При этом исследователи отбирают пробу воды в изучаемом водоеме и ставят лабораторный эксперимент, для чего используется искусственно поддерживаемая культура тест-организмов. С

помощью подобного эксперимента можно, например, оценить уровень загрязненности водопроводной воды, которая практически не имеет собственной биоты.

Чувствительность многих методов биотестирования очень высока и сравнима с чувствительностью методов газовой хроматографии. При оценке качества воды в лабораторном эксперименте учитываются такие показатели как выживаемость тест-организмов, темпы их размножения, интенсивность жизненных процессов (дыхание, пищеварение, фотосинтез), поведенческие реакции. Подобные опыты направлены прежде всего на определение высокотоксичных, сильнодействующих химических веществ.

Существует ряд требований по выбору тест-организмов. Они должны быть некрупными, легко культивироваться, иметь короткий жизненный цикл и обладать средней степенью чувствительности к токсикантам. На практике в качестве тест-организмов обычно используются простейшие, плоские черви, коловратки, моллюски, многие ракообразные и одноклеточные водоросли.

Методы **биоиндикации** применимы только к водоемам, имеющим собственную биоту. Они учитывают реакцию на загрязнение целых сообществ водных организмов или же отдельных систематических групп. При этом исследователи непосредственно на водоеме учитывают факт присутствия в нем индикаторных организмов, их обилие, наличие у них патологических изменений. Несмотря на то, что и естественные условия водоемов, и виды загрязнений очень разнообразны, можно выделить несколько универсальных реакций сообществ водных организмов на ухудшение качества воды. Прежде всего это:

- 1. Уменьшение видового разнообразия (в 2-4, а иногда и в десятки раз);
- 2. Изменение обилия водных организмов.

Причем обилие может как снижаться (при очень высоком уровне загрязнения или при наличии токсичных загрязнителей), так и расти по

сравнению с нормальным состоянием сообщества. Этот рост объясняется тем, что в водоемах, особенно при их загрязнении органическими веществами, могут оставаться немногие, но устойчивые к загрязнению виды животных. В таких условиях они достигают очень высокого обилия. Например, в Невской губе численность малощетинковых червей может достигать десятков и даже сотен тысяч особей на квадратный метр дна.

во Именно ЭТИ закономерности применяются многих методиках биоиндикации. К их числу относятся индексы видового разнообразия и методы, учитывающие соотношение обилия разных групп водных организмов. Кроме этого, часто учитывается способность определенных групп организмов обитать в водоемах с тем или иным уровнем загрязненности. Надо особо отметить то, что представители любой надвидовой систематической группы (рода, семейства, отряда) практически никогда не обладают одинаковыми экологическими потребностями. В состав таких групп могут входить совершенно разные с точки зрения отношения к загрязнению виды: устойчивые к загрязнителям, неустойчивые, виды-универсалы, способные жить в очень широком спектре внешних условий и т.д. Одной из распространенных ошибок является использование надвидовых таксонов как индикаторов качества воды без критического рассмотрения набора входящих в этот таксон видов. Например: веснянки считаются индикаторами очень чистой воды. Но некоторые виды веснянок, в том числе Nemoura cinerea, обычны в мезотрофных, умеренно загрязненных водоемах. Говорить, что вода не загрязнена на основании того, что этот вид обнаружен в пробе было бы опрометчиво. Личинки комаров-звонцов (семейство Chironomidae) во многих методиках используются как организмыиндикаторы сильного органического загрязнения. Реально же среди хирономид есть немало видов, обитающих только в чистых, насыщенных кислородом водоемах. Их присутствие в пробе ни коим образом не говорит о загрязненности водоема органикой.

Кроме того, организмы фитопланктона (водоросли и сине-зеленые бактерии) не обладают достаточной чувствительностью к фекальному загрязнению тяжелым металлам. Зоопланктон, в свою очередь, слабо реагирует на изменения в водоеме концентрации соединений азота и фосфора. Организмы бентоса (т.е. обитающие на дне водоема, в толще донных осадков или в придонном слое воды), динамично реагируют на быстрые менее изменения уровня загрязненности. Зато, благодаря продолжительному жизненному циклу многих донных животных, их сообщества надежно характеризуют изменения водной среды за длительные периоды времени. Необходимо помнить, что в своем естественном состоянии различные природные водоемы могут сильно отличаться друг от друга. На водную флору и фауну действуют такие показатели как глубина водоема, наличие и скорость течения, кислотность воды, мутность, температурный режим, количество растворенной органики, соединений азота и фосфора. На все эти параметры влияет как антропогенная нагрузка, так и естественные процессы, происходящие в водоемах. Значит, для водоемов разных типов в норме будет характерен разный видовой состав и обилие гидробионтов. Более того, в водоемах с наиболее чистой водой количество видов животных и растений, и их обилие обычно ниже, чем в тех водоемах, где органические фосфора вещества, соединения азота И присутствуют В умеренных концентрациях. Для многих водных организмов умеренный уровень загрязнения является оптимальным состоянием среды обитания. Существуют также «видыуниверсалы», обладающие высокой экологической пластичностью и способные переносить значительные колебания степени загрязненности водоема. Понятно, что такие виды не представляют интереса для биоиндикации.

Большую роль для результатов биоиндикации состояния водоема играет выбор тех групп живых организмов, которые учитываются исследователем. Дело в том, что водные сообщества очень разнообразны и включают в себя несколько крупных экологических группировок, реакции которых на загрязнения могут серьезно различаться. Это экологические группы животных: зоопланктон,

зообентос, перифитон, нектон; и растений: фитопланктон, фитобентос. Каждая группа организмов в качестве индикатора имеет свои преимущества и свои недостатки. Так, сообщества планктонных организмов (т.е. пассивно парящих в толще воды) очень быстро реагируют на любые изменения ее качества. Они представляют собой как бы "моментальный снимок" состояния водоема. Но методы биоиндикации, основанные на реакциях планктонных сообществ, применимы прежде всего для озер, и только с большой осторожностью - для текущих водоемов.

Из этого следует, что:

- для оценки состояния воды при помощи биологических объектов необходимо выбирать надежный, проверенный метод, подходящий для данного типа водоема и поставленных задач;
- нужно четко придерживаться методики отбора и обработки проб;
- все биологические закономерности являются закономерностями статистическими. Поэтому объем используемого материала должен быть достаточно велик.

Говоря об отборе и обработке проб следует сказать, что прежде чем начать изучение водного организма, его нужно поймать. Для работы на небольшой глубине можно применять просто крупную консервную банку с диаметром дна не менее 10-12 см. С одной ее стороны крышка полностью удаляется, а острые края оббиваются молотком - чтобы убрать оставшиеся полоски жести. С противоположной стороны в дне банки делается несколько отверстий для прохода воды. Такую банку нужно, слегка покручивая, «ввинтить» в дно, а потом перевернуть и вынуть вместе с грунтом. Можно использовать для сбора организмов бентоса плотный сачок. Диаметр входного отверстия сачка должен быть не менее 25-30 см, а длина матерчатого конуса - в 2,5 раза больше. Для изготовления сачка удобно использовать синтетический тюль с мелкой ячеей. Обыкновенная марля не годится из-за своей недостаточной прочности. Место

крепления матерчатого конуса к обручу сачка рекомендуется обшить полоской плотной ткани - это продлит срок его службы. Сачок надежно насаживается на рукоятку длиной 1,5-2 метра. После работы в водоеме его обязательно надо хорошо просушить. Для промывки проб грунта необходимо иметь специальное сито. Лучше всего подходят специальные зерновые или почвенные сита. Если таких сит нет, можно использовать дуршлаг или обычное сито, что менее удобно. Отверстия дуршлага обычно имеют диаметр 2 мм или более, и многие организмы при промывке теряются. Используемые в хозяйстве сита наоборот имеют слишком мелкие отверстия, сквозь которые плохо проходят частицы грунта. Да и родители не всегда приходят в восторг от столь нетрадиционного использования кухонной утвари. Положив на сито порцию грунта, его нужно наполовину погрузить в воду и промывать пробу аккуратными движениями до тех пор, пока вода в сите не станет прозрачной. Оставшихся после этой процедуры организмов вместе с не прошедшими сквозь сито листьями, палочками, камешками и т.д. нужно аккуратно стряхнуть в большую фотографическую кювету или пластиковый тазик (лучше светлого цвета) с 2-3 сантиметровым слоем воды.

Для дальнейшей работы потребуются также: легкое пластиковое ведерко, пинцеты (по количеству участников), пипетка, чайная ложка, 3-5 кратная лупа, емкости для предварительной сортировки организмов (чашки Петри или мелкие баночки с широким горлом), тетрадь для записи в непромокаемой обложке. Записи лучше вести карандашом: они меньше страдают от намокания. Пробы при помощи банки отбираются через каждые 10 метров береговой линии. При работе на реке нужно стараться (если это возможно) отбирать пробы у обоих берегов и на середине. Для получения достоверных данных об обитателях некрупного водоема необходимо взять не менее 5 подобных проб. При исследовании реки или крупного озера (особенно если скорость течения, количество водной растительности, характер грунта и другие характеристики водоема сильно различаются в разных его частях) количество проб надо

увеличить до 7-8. При отборе проб при помощи сачка, им производятся движения, похожие на движения косы при кошении травы, причем вести сачок нужно против течения. По возможности следует проводить им ближе ко дну, по зарослям водной растительности, у камней. После каждого взмаха сачок вынимается, выворачивается, и пойманные организмы вытряхиваются в кювету. Если в сачок попало значительное количество грунта, его необходимо промыть на сите или в самом сачке. Сборы водных организмов, сделанные при помощи сачка, можно дополнить экземплярами животных, собранных на камнях и корягах, поднятых со дна водоема. При этом лучше прямо под водой положить камни в сетку сачка, иначе в процессе подъема камня многие животные могут быть утеряны. Камни из сачка и мелкие коряги перекладывают в кювету и внимательно осматривают со всех сторон. При работе на заросших участках водоемов скопления водных растений необходимо облавливать сачком или же извлекать растения целиком, помещать их в кювету и аккуратно собирать с них всех обнаруженных животных.

После того, как организмы пойманы, нужно провести их определение, т.е. определить, к каким систематическим группам они относятся. Если вы обладаете усидчивостью, свободным временем, квалифицированным руководителем и бинокуляром, то можете попробовать определять водные организмы с точностью до вида. Это очень кропотливая работа, и она под силу только самым увлеченным. Вполне достаточно будет провести определение до более крупных систематических групп – отрядов и семейств. В этом вам помогут специальные книги – определители, список которых помещен ниже. Для того чтобы начать определение водных организмов, нужно внимательно рассмотреть весь находящийся в кювете или тазике улов. Многие водные беспозвоночные довольно мелки, подолгу сидят без движения, и заметить их трудно. Замеченных животных пинцетом вынимают из кюветы и сажают в небольшие емкости с водой (чашки Петри, баночки из-под лекарств), причем разные животные (пиявки, двустворчатые моллюски, личинки насекомых) сажаются в разные

баночки. Так их легче сосчитать и труднее потерять что-либо из улова. Особенно важно отсадить отдельно крупных животных (моллюсков) и хищников - они могут раздавить или съесть своих соседей. Для ловли мелких животных можно использовать пипетку, а быстро плавающих удобно отлавливать из кюветы при помощи чайной ложки.

После того, как все пробы были отобраны, животные были определены, получился список этой биоты. С его помощью можно определить состояние водоёма, пользуясь различными методиками и индексами.

1. Биотический индекс Вудивисса (Индекс реки Трент). Один из наиболее надежных и широко используемых в мире методов биологической оценки качества воды. Относительная трудоемкость и сложность работы с его помощью окупается высокой достоверностью получаемых результатов.

Индекс Вудивисса учитывает сразу два параметра бентосного сообщества: общее разнообразие беспозвоночных и наличие в водоеме организмов, принадлежащих к "индикаторным" группам. В эти группы объединены животные, характеризующиеся определенной степенью сапробности. При повышении степени загрязненности водоема представители этих групп исчезают из него в таком порядке, в каком они приведены в таблице. (Приложение 3)

Индекс используется только для исследования рек умеренного пояса и дает оценку их состояния по пятнадцатибалльной шкале. Методика не пригодна для оценки состояния озер и прудов. Для работы по методу Вудивисса могут быть использованы как материалы дночерпательных проб, так и проб, отобранных сачком. Но важно указать, какой способ отбора и какой объем материала был использован. Для оценки состояния водоема по методу Вудивисса нужно:

1. Выяснить, какие индикаторные группы имеются в исследуемом водоеме. Поиск начинают с наиболее чувствительных к загрязнению индикаторных групп: веснянок, затем поденок, ручейников и т.д. - именно в таком порядке индикаторные группы расположены в таблице. Если в исследуемом водоеме

имеются нимфы веснянок (Plecoptera) - самые "чуткие" организмы, то дальнейшая работа ведется по первой или второй строке таблицы. По первой - если найдено несколько видов веснянок, и по второй - если найден только один. Если нимф веснянок в пробах нет - ищем в них нимфы поденок (Ephemeroptera) - это следующая по чувствительности индикаторная группа. Если они найдены, работаем с третьей или четвертой строкой таблицы (опять же по количеству найденных видов). При отсутствии нимф поденок обращаем внимание на наличие личинок ручейников (Trichoptera), и т.д.

2. Оценить общее разнообразие бентосных организмов. Методика Вудивисса не требует определить всех пойманных животных с точностью до вида (это бывает трудно сделать даже профессионалу). Достаточно определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов. За "группу" принимается: - любой вид плоских червей; - класс малощетинковые черви; - любой вид моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей; - любой вид веснянок, сетчатокрылых, жуков; - любой род поденок кроме Baetis rhodani; - любое семейство ручейников; - семейство комаров-звонцов (личинки) кроме Chironomus sp.; - Chironomus sp.; - личинки мошки (семейство Simuliidae); - каждый известный вид личинок других летающих насекомых. Определив количество обнаруженных в пробе групп, необходимо найти соответствующий столбец таблицы (Приложение 3).

Если водоем получает от 0 до 2 баллов - он сильно загрязнен, относится к полисапробной зоне, водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии. Оценка 3-5 баллов говорит о средней степени загрязненности (альфамезосапробный), а 6-7 баллов - о незначительном загрязнении водоема (бетамезосапробный). Чистые (олигосапробные) реки обычно получают оценку 8-10 баллов, а особенно богатые водными обитателями участки могут быть оценены и более высокими значениями индекса.

2. Олигохетный индекс Гуднайт-Уотлея. Эта простая, но надежная методика биоиндикации используется только для определения загрязнения водоема

органическими веществами. Важно помнить, что для определения значений олигохетного индекса годятся только материалы дночерпательных проб.

Значение индекса (а) равняется отношению количества обнаруженных в пробе олигохет (малощетинковых червей) к общему количеству организмов (включая и самих червей) в процентах: **a** = N Oligochaeta/ N всех организмов * 100%

После чего степень загрязнения воды органическими веществами определяется по таблице (Приложение 4).

- **3. Метод Николаева.** По Николаеву, речные воды разделены на 6 классов по качеству:
- 1 очень чистые (ксеносапробные),
- 2 чистые (олигосапробные),
- 3 умеренно загрязненные (β-мезосапробные),
- 4 -загрязненные (α -мезосапробные),
- 5 грязные (β-полисапробные),
- 6 очень грязные (α-полисапробные).

Для определения индекса используется таблица (Приложение 5), разработанная для средних и малых рек Европейской части России.

Для подсчета по ней индекса сапробности нужно для каждого семейства или отряда слева таблицы подсчитать число найденных таксонов; умножить это число на значимость таксона (последняя строка таблицы). Выбирается класс качества вод, набравший наибольшее число очков. Особняком стоит 6-й класс качества вод, в котором макробентос не должен встречаться вообще.

На основе отобранных проб, пользуясь вышесказанными методиками и индексами, можно дать довольно точную оценку состояния и качества вод и

понять экологическую ситуацию интересующей реки на данный момент времени.

Глава II – практическая.

Первый сбор зообентоса проводился студентами 2 курса ГГТУ Ильным Ильей Игоревичем и Борзовой Юлией Сергеевной **в августе 2018 года** на трёх створах, расположенных, соответственно в 15-30 м выше впадения Вохонки в Клязьму, в среднем течении на окраине Павловского Посада и в верхнем течении в районе Елизаветино (Приложение 6). На каждом створе выборка зообентоса проводилась 2-3 раза, с периодичностью в неделю.

Для отлова животных использовалось оборудование:

- 1) Донный сачок
- 2) Кювета белого цвета
- 3) Сито
- 4) Пинцеты
- 5) Склянки для сортировки организмов
- 6) Увеличительная лупа
- 7) Карманные определители речных беспозвоночных
- 8) Рыболовные сапоги

Первый створ был выбран в месте впадения Вохны в Клязьму в пределах Павловского Посада. Дно изучаемой реки там песчаное, растительности нет, вода прозрачная. Сама река в этом месте довольно мелкая (Приложения 7,8,9). Сбор на этой точке в 2018 году проводился три раза, так как первый раз являлся своего рода обучением для студентов. Доцент кафедры биологии и экологии Зыков Игорь Евгеньевич рассказывал и показывал студентам как именно должен проходить отлов донных организмов, а также учил их определять.

Второй створ был выбран в среднем течении Вохонки, ещё до впадения речки в город. Вохна тут извилистая, довольно глубокая, дно илистое, растительности много, вода чуть мутная (Приложения 10,11,12).

Третий створ был выбран в верхнем течении Вохны, ближе к истоку реки. Вохонка здесь мелкая, дно песчаное, растительности много, вода прозрачная. Близ реки наблюдается большое количество бытового мусора, возможно свалка. (Приложения 13,14,15).

Все собранные организмы (Приложение 16) были определены с помощью определителей, затем были просчитаны индексы:

Олигохетный индекс Гуднайт-Уотлея:

1 створ -
$$3/55 = 0.0545$$
 (5,45%) — отсутствие загрязнения

$$2$$
 створ - $23/34 = 0,6764$ ($67,64\%$) — умеренное загрязнение

$$3$$
 створ - $15/119 = 0,126$ ($12,6\%$) — отсутствие загрязнения

Индекс Вудивисса:

1 створ -
$$(7+5+3+2+1)/5 = 3,6$$
 – умеренное загрязнение

$$2$$
 створ - $(6+1)/2 = 3,5$ – умеренное загрязнение

$$3$$
 створ - $(6+4)/2 = 5$ – чистое

Метод Николаева:

Второй сбор зообентоса также проводился студентами 3 курса ГГТУ Ильиным Ильей Игоревичем и Борзовой Юлией Сергеевной **в августе 2019 года** на тех же створах и с той же периодичностью.

Первый створ никак не изменился, второй створ сильно замусорился (Приложения 17-18-19). Третий же створ изменился кардинально, так как из-за строительства загородных коттеджей серьёзно изменилось русло реки. Вода осталась прозрачной, дно — песчаное, растительности много, но вдоль нового берега речки появились странные следы ржаво-оранжевого следа (Приложения 20-21-22-23).

Список собранных организмов в таблице (Приложение 24).

Получившиеся индексы:

Олигохетный индекс Гуднайт-Уотлея:

1 створ -
$$10/82 = 0,1219$$
 (12,19%) — отсутствие загрязнения

$$2$$
 створ - $21/70 = 0,3$ (30%) — незначительное загрязнение

$$3 \text{ створ} - 27/65 = 0,4153 (41,53\%) - незначительное загрязнение$$

Индекс Вудивисса:

1 створ -
$$(4+1+6+5+4)/5 = 4$$
 – умеренное загрязнение

2 створ - 5/1 = 5 -чистое

3 створ - 4/1 = 4 — умеренное загрязнение

Метод Николаева:

Третий сбор зообентоса проводился **в августе 2020 года**. Студенты 4 курса Ильин Илья Игоревич и Борзова Юлия Сергеевна проходили практику в МОУ СОШ № 4 г.о. Павловский Посад под руководством учителя биологии

Никишины Светланы Николаевны. С разрешения Светланы Николаевны, являвшейся классным руководителем у 9 Б класса, к работе были привлечены ученицы этого самого класса — Смирнова Анастасия и Ваньчкова Татьяна. Летом того же года, уже после практики, Илья Игоревич и Юлия Сергеевна передали все свои накопленные за два года данные по индексации Вохны ученицам, также студенты обучили детей методам и тонкостям отлова и определения донной биоты, а также переводу числовых значений в показатели нужных индексов. Учащимся было передано всё необходимое оборудование (Приложения 25,26,27,28). Студенты стали консультантами этой работы. Анастасия и Татьяна добирались до дальних от города створов на 56 автобусе, идущем из Павловского Посада во Фрязево, сами собирали биоту на всех створах, а затем определяли найденных животных и просчитывали индексы.

Получившиеся данные по сборам биоты были собраны в таблицу (Приложение 29).

Просчитанные детьми индексы:

Олигохетный индекс Гуднайт-Уотлея:

1 створ - 3/45 = 0,0666 (6,66%) - отсутствие загрязнения

2 створ -18/58 = 0,3103 (31,03%) — незначительное загрязнение

3 створ -39/112 = 0.3482 (34.82%) — незначительное загрязнение

Индекс Вудивисса:

1 створ -(4+4+2)/3 = 3,3 -умеренное загрязнение

2 створ -(4+3+2)/3 = 3 – умеренное загрязнение

3 створ - 6/2 = 6 -чистое

Метод Николаева:

1 створ – 4 класс (35 б), 5 класс (40 б)

2 створ – 4 класс (35 б), 5 класс (60 б)

3 створ - 4 класс (35 б), 5 класс (60 б)

На основе получившихся у Анастасии и Татьяны данных, а также двухлетней работы Ильи и Юлии, все участники этого проекта презентовали его в школе. Учащиеся, при поддержке консультантов проекта, в школе рассказали об экологическом состоянии Вохонки, о сложности её исследования, о разнообразных беспозвоночных животных, которым детям удалось в прямом смысле пощупать (Приложение 30). Школьникам понравилось выступление. Они из первых уст узнали, какие нелёгкие времена переживает река, протекающая в их родном городе.

Вывод

Мы произвели забор и определение донных организмов, живущих в реке Вохонка, что помогло нам определить её сапробность. В итоге мы выяснили, что данная река обладает средней загрязнённостью. После 2019 года был отмечен рост большинства индексов биотического загрязнения, что говорит о возможном

ухудшении экологической ситуации в Вохонке. В связи с тем, что нами были обнаружены следы загрязнения в Вохне, мы рекомендуем начать реабилитацию более крупных рек (Клязьмы) с их притоков (Вохонки и др.), так как малые реки вновь могут привнести загрязнение в уже очищенную крупную реку и экологическая ситуация в целом не сильно изменится.

В апреле 2021г мы представили проект на конференции «День биоразнообразия» в ГГТУ рамках Международного научного фестиваля молодёжного проектирования среди студентов и школьников, где заняли призовое место.

Летом 2021 года (июнь и июль) под руководством Главы г.о. Павловский Посад было проведено два субботника по очищению берегов реки Вохна от бытового мусора, завалившихся деревьев, в которых ученики нашего лицея приняли непосредственное участие.

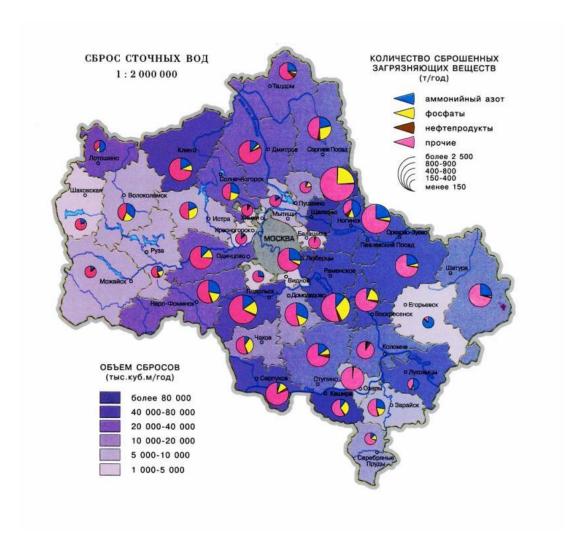
В перспективе видим изучение реки Вохонки методами биоиндикации в 2022г(весной) и сравнение полученных результатов с предыдущими. Выявить динамику изменения состояния данного водного объекта на территории Павловского Посада и возможные причины.

Список используемой литературы:

- 1. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. М: 2005
- 2. Краткий определитель водных беспозвоночных животных. Учебное пособие для студентов биологического факультета. Шалапенок Е. С. БГУ. Минск: 2005

- 3. Полевой определитель пресноводных беспозвоночных. Полоскин А. В., Хаитов В. М. (под эгидой WWF). М: 2006
- 4. Методы эколого-энтомологических исследований. Дунаев Е. А. МосгорСЮН, М: 1997
- 5. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. Под ред. Шуберта Р. (пер. с немецкого). «Мир». М: 1988
- 6. Биоиндикация состояния пресного водоема с помощью донных организмов. Ляндзберг А. Р. Журнал «Исследовательская работа школьников» № 1,2. М: 2004
- 7. Летние школьные практики по пресноводной гидробиологии. Методическое пособие. Коллект. авт. под ред. Чертопруд М. В., «Добросвет», М: 1999
- 8. Биологическое разнообразие и устойчивость лесных и урбоэкосистем. Первые международные чтения памяти Γ .Ф. Морозова. Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. 240 с.

Приложение 1: Карта сбросов сточных вод и количества сброшенных загрязняющих веществ.



Приложение 2: Степени сапробности.

СТЕПЕНИ САПРОБНОСТИ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ ЗНАЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ.

Степень сапробности	Состоя- ние водоема	Класс качест- ва воды	Аммон ийный азот мг/л	Азот Нитра- тов мг/л	Фосфа- ты мг/л	Кисло- род (% насыще -ния)	БПК Мг/л	Соlі-индекс (клеток на мл)
Олиго- сапробная зона	чистое	1-2	<0,4	0,3	<0,05	90–100	0-3	Менее 50
Бета- мезосапроб- ная зона	Умеренно загрязнен ное	3	0,4- 0,8	0,3- 0,5	0,05- 0,07	80 – 90	3 - 5	50 - 100
Альфа- мезосапроб- ная зона	Загрязнен ное	4	0,8- 1,5	0,5- 1,0	0,07- 0,1	50 - 80	5 - 7	100 - 1000
Полисапроб- ная зона	грязное, очень грязное	5-6	1,5- 5,0	1,0- 8,0	0,1-0,3	5 – 50	7–10	1000- 20000

БПК – биохимическое потребление кислорода. Показатель степени загрязнения воды органикой. Это количество кислорода, необходимое микроорганизмам для окисления содержащихся в воде органических веществ (чем больше органики, тем больше требуется кислорода для её окисления).

Coli-индекс – количество кишечных палочек, один из показатель бактериального загрязнения.

Приложение 3: Таблица для расчёта индекса Вудивисса.

Найденные группы]	Всего найдено групп				
	0-1	2-5	6-10	11-15	>15	
веснянки > 1 вида	_	7	8	9	10	
1 вид	_	6	7	8	9	
поденки > 1 вида	_	6	7	8	9	
1 вид	_	5	6	7	8	
ручейники > 1 вида	_	5	6	7	8	
1 вид	4	4	5	6	7	
бокоплав	3	4	5	6	7	
водяной ослик	2	3	4	5	6	
трубочник или	1	2	3	4	_	
мотыль						
виды с воздушным	0	1	2	_	_	
дыханием						

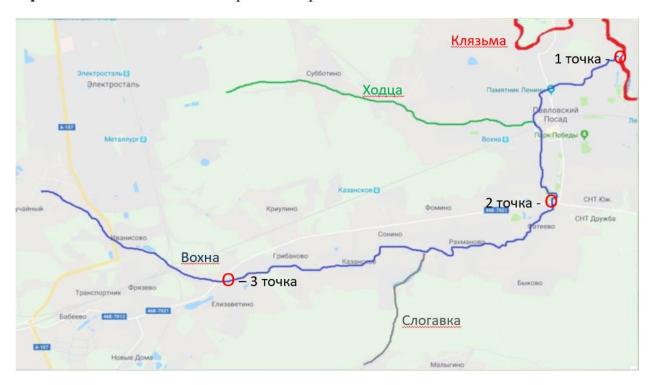
Приложение 4: Таблица для расчёта олигохетного индекса.

Значение индекса %	Степень загрязнения воды	Класс качества
Менее 30	Отсутствие загрязнения	1-2
30-60	Незначительное	2-3
60-70	Умеренное	3-4
70-80	Значительно	4-5
Более 80	Сильное	5-6

Приложение 5: Таблица для расчёта индекса Николаева.

	Классы качества вод						
Таксоны	1	2 3		4	5		
Ручейник Rhyacophila		*					
Беззубки (Anodonta, Pseudoanodonta)		*	*		\vdash		
Жаберные улитки		*	*		Г		
(Viviparus, Bithynia, Valvata)							
Ручейники: Neureclipsis, Molanna,		*	*		Г		
Brachycentrus							
Стрекозы: Calopteryx, Plathycnemis		*	*		Г		
Поденки: Ephemera, Polymitarcys		*	*		П		
Пиявки: Glossiphoniidae		*	*	*	Г		
Перловицы (Unio, Crassiana)		*	*	*			
Водные клопы		*	*	*	Г		
Поденки: Heptageniidae		*	*	*	Г		
Ручейники: Hydropsyche, Anabolia			*	*	П		
Стрекозы: Gomphidae			*	*	Т		
Пиявки: Erpobdella, Haemopis,			*	*	Г		
Piscicola							
Горошинки и шаровки (Pisidiidae)			*	*			
Водяной ослик Asellus aquaticus			*	*	*		
Трубочник (Tubificidae), в массе				*	*		
Мотыль (Chironomus), в массе				*	*		
Значимость каждого таксона	25	6	5	7	20		

Приложение 6: Точки створов на карте.



Приложение 7: Вид на Вохонку близ впадения в Клязьму.



Приложение 8: Река Вохна близ Клязьмы.



Приложение 9: Место впадения Вохонки в Клязьму.



Приложение 10: Второй створ сборов.



Приложение 11: Второй створ сборов.



Приложение 12: Спуск ко второму створу сборов.



Приложение 13: Третий створ сборов.



Приложение 14: Третий створ сборов.



Приложение 15: Мусор близ третьего створа.



Приложение 16

Состав зообентоса реки Вохонка (август 2018)

Зообентос	Устье 1	Устье 2	Устье 3	Среднее	Среднее	Верхнее	Верхнее
				течение	течение	течение	течение
				1	2	1	2
	•	OJ	игохеты (О	Oligochaeta)		•	
Tubifex	14	2	5	22	24	33	
tubifex (O.							
F. Müller)							
		•	Пиявки (Н	(Iirudinea)	•	•	
Herpobdella		1		1	2	6	13
octoculata							
(L.)							
Piscicola				1		5	2
geometra							
(L.)							
		Моллюс	ки двуство	рчатые (Віч	valvia)		
Sphaeriidae	3	3	1	2			1
sp.							
в т.ч.	3						
Pisidium							

amnicum (O.							
F.							
Müller)			1				
Unio			1				
pictorum (L.)		Marra		(Castu	d-)		
Dithymia	2	Моллюс	ки орюхон Г	огие (Gastro	opoda)		Г
Bithynia tentaculata	2						
(L.) Anisus		1	1	1		3	
contortus		1	1	1		3	
(L.)							
Lymnaea			1	2			
stagnalis			1	_			
(L.)							
Lymnaea				1		12	15
ovata							10
(Draparnaud)							
Lymnaea						2	
auricularia							
(L.)							
				e (Crustacea))		
Asellus	9	4	2			28	41
aquaticus							
(L.)			_	/ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			
** 1 1 1 1	I			e (Arachnid	a)	I	Г
Hydrachnidae		1	1				
sp.				(I)			
			Насекомые				
Chinanamidaa	74		Двукрылые 51		25	71	<i>7</i> 1
Chironomidae	74	20	51	17	25	71	51
sp.		По	TOTICH (Enl	l nemeroptera)	\		
Ecdyonurus	14	6	денки (Ерг 5	3	2		
fluminum (F.)	14	U	3	3	2		
Baetis	3						
fuscatus (L.)	3						
rascatas (E.)		Pv	і лчейники (гісhoptera)			
Molanna	2	1)	3	1			
angustata	_						
J. Curtis							
Athripsodes		3					
aterrimus							
(Stephens)							
 	•	•	•	•	•	•	

Приложение 17: Второй створ сборов образцов.



Приложение 18: Мусор близ створа.



Приложение 19: Мусор близ створа.



Приложение 20: Новое, изменённое русло Вохонки.



Приложение 21: Стройка прямо около Вохны.



Приложение 22: Ржаво-оранжевый след от стройки на берегу реки.



Приложение 23: Песчаные холмы на берегу реки и её возможное старое русло



Приложение 24

Состав зообентоса реки Вохонка (2019)

Зообентос	Устье 1	Устье 2	Среднее	Среднее	Верхнее	Верхнее				
			течение 1	течение	течение 1	течение 2				
				2						
Олигохеты (Oligochaeta)										
Tubifex tubifex (O.	9	11	20	23	29	25				
F. Müller)										
,	•	Пияв	ки (Hirudinea	.)						
Herpobdella	3	2	5	3	3	2				
octoculata (L.)										
Piscicola geometra			2	1		1				
(L.)										
	Mo.	ллюски дв	устворчатые	(Bivalvia)						
Sphaeriidae sp.	1	2	1			3				
в т.ч. Pisidium										
amnicum (O. F.										
Müller)										
Unio pictorum (L.)										
	M	оллюски б	рюхоногие (С	Gastropoda)						
Bithynia										
tentaculata (L.)										
Anisus contortus		1	5							
(L.)										
Lymnaea stagnalis		1	2	1						
(L.)										
Lymnaea ovata			8	5	6	7				
(Draparnaud)										

Lymnaea auricularia (L.)										
Ракообразные (Crustacea)										
Asellus aquaticus (L.)	13	5	2		10	7				
Паукообразные (Arachnida)										
Hydrachnidae sp.		1								
	Насекомые (Insecta):									
		Двук	срылые (Dipte	era)						
Chironomidae sp.	48	47	31	25	20	18				
		Подені	ки (Ephemeroj	ptera)						
Ecdyonurus fluminum (F.)	8	4	5	2						
Baetis fuscatus (L.)										
		Ручей	ники (Trichop	tera)						
Molanna angustata J. Curtis	1	1								
Athripsodes	3	3								
aterrimus										
(Stephens)										
Trichoptera sp		2								

Приложение 25: Анастасия и Татьяна консультируются у студентов.



Приложение 26: Анастасия и Татьяна консультируются у студентов.



Приложение 27: Анастасия и Татьяна проводят отбор биоты.



Приложение 28: Анастасия и Татьяна проводят отбор биоты.



Приложение 29

Состав зообентоса реки Вохонка (2020)

Зообентос	Устье 1	Устье 2	Среднее течение 1	Среднее течение 2	Верхнее течение 1	Верхнее течение 2
		Олиго	хеты (Oligoch	aeta)		
Tubifex tubifex (O. F. Müller)	1	6	19	18	48	31
,	•	Пияв	ки (Hirudinea)	1	1
Herpobdella octoculata (L.)	3		2	2	4	10
Piscicola geometra (L.)			1	2	3	1
	Mo.	плюски дв	устворчатые	(Bivalvia)		
Sphaeriidae sp.	5		1			3
в т.ч. Pisidium amnicum (О. F. Müller)						
Unio pictorum (L.)						
	Me	оллюски б	рюхоногие (С	Gastropoda)		
Bithynia tentaculata (L.)						
Anisus contortus (L.)	2	2	3		3	2
Lymnaea stagnalis (L.)		1	3			

Lymnaea ovata (Draparnaud)			1		10	12					
Lymnaea auricularia (L.)					4						
	Ракообразные (Crustacea)										
Asellus aquaticus (L.)	3	3			19	15					
Паукообразные (Arachnida)											
Hydrachnidae sp.		2									
		Hace	комые (Insect	ta):							
		Двук	рылые (Dipte	era)							
Chironomidae sp.	22	37	25	28	33	29					
		Подени	ки (Ephemerop	otera)							
Ecdyonurus	5		4	3							
fluminum (F.)											
Baetis fuscatus (L.)											
		Ручей	ники (Trichop	tera)							
Molanna angustata		4	1								
J. Curtis											
Athripsodes	2										
aterrimus											
(Stephens)											
Trichoptera sp											

Приложение 30

Участники работы рассказывают о совершённой работе обучающимся в школе.

