Муниципальное автономное образовательное учреждение лицей №7 г.Томска

Исследовательский проект по теме:

«Изучение экологического состояния водоемов и качества воды с использованием метода биоиндикации»

Выполнила:

Ученица 10 «А» класса МАОУ лицей №7

Сафонова Анастасия

Руководитель:

Денисенко Д.А., студент 5 курса

БХФ ТГПУ

Томск 2020

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 3

ГЛАВА 1 Общенаучные методы исследования экологического состояния водоемов 6

1.1.Биоиндикация как метод исследования экосистем 6

1.2.Биоиндикация с использованием водорослей. Классы сапробности водоемов. 7

1.3. Значение водорослей в экосистемах 8

1.4. Характеристика основных отделов водорослей 9

ГЛАВА 2 Материалы и методы исследования 15

2.1.Характеристика участков исследования 15

2.2.Методика сбора и определения водорослей 17

ГЛАВА 3 Результаты работы 20

ВЫВОДЫ 21

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 22

ПРИЛОЖЕНИЯ 25

ВВЕДЕНИЕ

Вода – источник жизни на Земле, великая природная ценность, покрывающая 71% поверхности нашей планеты, самое распространенное химическое соединение и необходимая основа для существования всего живого, однако питьевой воды на планете около 3%, а для нас доступен только 1% всех запасов пресной воды [10]. При этом человек активно занимается своей хозяйственной деятельностью, в результате которой происходит загрязнение водоемов, в том числе, пресных. Поэтому очень важно проверять состояние водоемов, а сделать это можно различными способами, одним из которых является исследование воды с помощью биологических индикаторов.

Вода относится к неисчерпаемым ресурсам, однако перед человечеством встает угроза дефицита пресной воды, это происходит по причине нерационального природопользования, в том числе и пользования водными источниками. Интенсивное использование водных ресурсов влечет за собой резкое изменение их качественных параметров в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения, что способствует разрушению естественных экосистем. Так как водоросли напрямую отражают чистоту их местообитания, то по наличию определенных видов можно судить о качестве воды водоемов Томска.

Выше перечисленное указывает на актуальность работы: необходимо глубокое и тщательное изучение родового разнообразия водорослей, как источника информации об экологическом состоянии водоемов и качестве воды.

Цель работы: изучение родового состава водорослей для определения экологического состояния водоемов.

Предмет исследования: экологическое состояние водоемов.

Объект исследования: пробы воды с водорослями.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1) изучить литературные и интернет источники, определить требования к качеству воды и методам его определения;

2) отобрать пробы воды с водоемов: оз. Университетское, р. Ушайка;

3) определить родовое разнообразие водорослей в пробах воды;

4) определить коэффициент сапробности водоемов;

5) сравнить полученные результаты.

В процессе изучения литературных и интернет источников была выдвинута следующая гипотеза: в зависимости от типа водоемов (река или озеро) их уровень чистоты будет различаться. Озеро, предположительно, будет чище, чем река Ушайка.

Для решения поставленных задач были определены этапы выполнения работы и соответствующие сроки:

|  |  |
| --- | --- |
| Этапы проектной работы | 1 этап. Подготовительный:  - Определение тематики и осмысление будущей работы (Сентябрь – ноябрь 2019).  2 этап. Поисково-исследовательский:  - Поиск и анализ необходимой литературы.  - Обсуждение работы с руководителем, работа над текстовым документом и практической частью (Ноябрь 2019 – февраль 2020).  3 этап. Заключительный:  - Подготовка фотоматериала;  - Создание презентации (Февраль – март 2019) |
| Исполнитель  Руководители | Сафонова Анастасия Викторовна. Ученица 10 «А» класса. МАОУ лицей №7  Денисенко Д.А., студент 5 курса БХФ ТГПУ,  Михалева Е.В., учитель биологии МАОУ лицей №7. |
| Ожидаемые результаты | Освоение методики отбора проб, работа с микроскопом, приготовление микропрепаратов, микрофотографирование, методика определения коэффициента сапробности водоемов. |

ГЛАВА 1. Общенаучные методы исследования экологического состояния водоемов.

1.1. Биоиндикация как метод исследования экосистем

Биоиндикация (от лат bios – жизнь и indiсо – указывать, определять), прикладное направление экологии, связанное с поиском и использованием биоиндикаторов — организмов, наличие, численность и особенности развития которых служат показателями естественно протекающих процессов или изменений среды обитания под влиянием антропогенных воздействий.

Отдельные виды организмов весьма чувствительны и избирательны по отношению к различным факторам среды обитания, характеризующим их экологическую нишу, к концентрации пищевых ресурсов, к химическому и механическому составу почвы, вод, атмосферы, к климатическим и погодным условиям и так далее; они могут существовать только в определённых, часто узких границах изменения этих факторов [27].

Основой задачей биоиндикации является разработка методов и критериев, которые могли бы отражать уровень антропогенных воздействий и диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ.

Биологические индикаторы – организмы, которые реагируют на изменения окружающей среды своим присутствием или отсутствием, изменением внешнего вида, химического состава, поведения[7].

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.

1.2. Биоиндикация с использованием водорослей. Классы сапробности водоемов.

Наиболее практичный критерий оценки качества воды предложили биологи, показавшие, что водные организмы, как правило, реагируют на уровень загрязнения в целом, независимо от конкретных источников загрязнения. Уже в 1908-1909 гг. Кольквитц и Марссон разделили ряд изученных ими гидробионтов по степени чувствительности к загрязнению, а сами водоемы - на классы загрязненности, соответствующие определенным группам обитателей. Сама мера загрязнения (и мера чувствительности гидробионта к нему) получила название сапробности. [9]

Понятие «сапробность» сформулировано основоположниками санитарной гидробиологии в России: Никитинским Я.Я. и Долговым Г.И. [6]

САПРОБНОСТЬ — (от греч. sapros гнилой), физиолого-биохимические свойства организма (сапробионта), обусловливающие его способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ, поступающих в водоёмы преимущественно с хозяйственно-бытовыми сточными водами. [21]

Сапробные организмы - это животные и растения, которые обитают в водоемах, загрязненных органическими веществами.

Одним из самых удобных объектов для оценки состояния водных экосистем являются водоросли – первичное и очень информативное звено трофических цепей. Кроме того, в отличие от других групп гидробионтов, водоросли встречаются везде, где есть вода [8].

Водоросли в качестве индикаторов загрязнения воды органическими веществами используются с начала XX в. Им принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды в результате эвтрофирования (заболачивания) водоёма. Разработана специальная шкала, позволяющая по составу водорослей оценить степень органического загрязнения. [3]

В системе оценки качества воды по водорослям выделяется 5 основных зон и 5 классов чистоты воды.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс чистоты воды | Зона сапробности | Индекс |
| I | Ксеносапробная | 0-0,50 |
| II | Олигосапробная | 0,5-1,5 |
| III | Бетамезосапробная | 1,51-2,5 |
| IV | Альфамезосапробная | 2,51-3,5 |
| V | Полисапробная | 3,51-4,5 |

Описание классов чистоты воды:

I класс – очень чистые воды, в которых преобладают виды ксеносапробионты.

II класс – практически чистые воды с незначительным содержанием нестойких органических веществ и небольшим количеством продуктов их минерализации, в которых преобладают виды олигосапробионты.

III класс – слабо загрязненные воды, в которых преобладают виды, активно вегетирующие при слабой степени органического загрязнения, доминируют β-мезосапробионты

IV класс – сильно загрязненные воды. Здесь преобладают организмы, обладающие способностью выдерживать значительную степень органического загрязнения – альфамезосапробионты.

V – грязные или сточные воды. Преобладают полисапробионты - организмы, способные вегетировать в сточных водах.

1.3. Значение водорослей в экосистемах.

Водоросли являются продуцентами первичной органической массы в водных экосистемах, началом пищевых цепей, а также продуцируют кислород, который необходим для дыхания животного подводного мира, а также для жизнедеятельности аэробных бактерий, грибов и других организмов.

Крупные водоросли являются средообразующим компонентом водных экосистем, служат местом обитания водных животных, в том числе местом нереста и убежища промысловых видов.

Водоросли участвуют в процессах формирования примитивных почв на субстратах, лишенных почвенного покрова, в процессах восстановления почв, нарушенных сильными загрязнениями, а также принимают участие в строительстве коралловых рифов.

1.4. Характеристика основных отделов водорослей.

Отдел Сине-зелёные водоросли, или Цианобактерии (Cyanophyta)

Среди сине-зелёных водорослей есть одноклеточные формы, но большинство видов являются колониальными и нитчатыми организмами. Цианобактерии строение имеют обычное для прокариотических организмов, однако имеются и кое-какие особенности. Общий план строения клетки следующий:

* клеточная стенка из полисахаридов и муреина;
* плазматическая мембрана билипидного строения;
* цитоплазма со свободно распределенным генетическим материалом в виде молекулы ДНК;
* тиллакоиды, выполняющие функцию фотосинтеза и содержащие пигменты (хлорофиллы, ксантофиллы, каротиноиды) [18].

Особые части клетки:

В первую очередь это гетероцисты. Данные структуры – не части, а сами клетки в составе трихомы (общей колониальной нити, объединенной слизью). Они отличаются при рассмотрении в микроскоп своим составом, так как основная функция их – выработка фермента, позволяющего фиксировать молекулярный азот из воздуха. Поэтому пигментов в гетероцистах практически нет, а вот азота достаточно много. Во-вторых, это гормогонии - участки, вырванные из трихомы. Служат местами размножения. Беоциты - это своеобразные дочерние клетки, в массе наделившиеся из одной материнской. Иногда их число достигает тысячи за один период деления. Акинеты - особые клетки, находящиеся в состоянии покоя и включенные в состав трихомы. Отличаются более массивной, богатой полисахаридами клеточной стенкой. Роль их схожа с гетероцистами. Газовые вакуоли - их имеют все цианобактерии. Строение клетки изначально подразумевает их наличие. Роль их - принимают участие в процессах цветения воды. Другое название подобных структур - карбоксисомы. Клеточные включения. Они, безусловно, есть и в растительных, и в животных, и в бактериальных клетках. Однако у сине-зелёных водорослей эти включения несколько иные. К ним относятся: гликоген; гранулы полифосфата; цианофицин - особое вещество, состоящее из аспартата, аргинина. Служит для накопления азота, так как эти включения находятся в гетероцистах [20].

Размножение.

Самым обычным типом размножения у сине-зеленых водорослей является деление клеток надвое. Для одноклеточных форм этот способ единственный; в колониях у нитей он приводит к росту нити или колонии. Большинство нитчатых форм размножаются гормогониями (это короткие участки, отделившиеся от материнской нити, вырастающие во взрослые особи). Размножение может осуществляться и с помощью спор — разросшихся толстостенных клеток, способных переживать неблагоприятные условия и затем прорастать в новые нити [17].

Места обитания.

Данные организмы обитают повсеместно. Они способны выживать даже в самых экстремальных условиях, в которых ни один живой организм существовать не может. Они распространены во влажной почве, в поверхностных слоях морских и пресных водоемов. Они могут жить на голых скалах и в пустынях, в горячих источниках при температуре 85 º С и в замерзших озерах подо льдом толщиной 5 м. Они первыми поселяются на пожарищах, вулканических островах т.д. [14,22].

Значение в природе и для человека.

Цианобактерии – древнейшие организмы среди способных выделять кислород. Именно они способствовали повышению в первоначальной атмосфере содержания кислорода, что сделало возможным существование на планете грибов, растений и животных. Отмирая, они участвуют в создании горных пород и почв. Однако цианобактерии могут наносить природе и человеку большие убытки. Так, массовое скопление цианобактерий вместе с микроскопическими водорослями у поверхности воды приводят к ее «цветению».

В настоящее время цианобактерии служат важнейшими модельными объектами исследований в биологии. В Южной Америке и Китае бактерии родов Спирулина (Spirulina sp) и Носток (Nostoc sp.) из-за недостатка других видов продовольствия используют в пищу: их высушивают, а затем готовят муку. Рассматривается возможное применение цианобактерий в создании замкнутых циклов жизнеобеспечения, а также как массовой кормовой или пищевой добавки [12].

Отдел Диатомовые водоросли или Диатомеи (Bacillariophyta = Diatomea)

Диатомовые водоросли обитают как по одиночке, так и в колониях.

Целлюлозной оболочки, характерной для клеток растений, у диатомовых водорослей нет. Цитоплазму отделяет от внешней среды только гибкая клеточная мембрана. Клетка диатомовых водорослей состоит из протопласта, окруженного кремнеземной оболочкой, называемой панцирем. Протопласт своим наружным уплотненным слоем (плазмалеммой) тесно примыкает к панцирю и заполняет его внутренние полости. Химический анализ панциря показал, что он состоит из аморфной формы кремнезема, напоминающий опал [24].

Особенность этих водорослей заключается в том, что их клетки снаружи защищены твердой оболочкой – фрустулой (панцирем). Материал панциря— аморфная окись кремния, ближе всего по составу и строению к полудрагоценному камню опалу. Стенки панциря пронизаны дырочками (порами), через которые происходит обмен веществ с внешней средой, поверхность которых составляет от 10 до 75% от общей поверхности панциря. Некоторые растения, имеющие щелевидное отверстие вдоль панциря, могут с помощью слизи перемещаться по субстрату.

Окраска хлоропластов у диатомовых водорослей имеет различные оттенки желто-бурого цвета в зависимости от набора пигментов, среди которых преобладают бурые – каротин, ксантофилл и диатомин, маскирующие в живой клетке хлорофилл. После гибели клетки бурые пигменты растворяются в воде и зеленый хлорофилл становится ясно заметным [19].

Размножение.

Чаще всего диатомей размножаются вегетативным делением клетки на две половины; этот процесс обычно происходит ночью или на рассвете. Темпы деления различны у разных видов и могут меняться даже у одного вида в зависимости от сезона или условий окружающей среды. Весной и в начале лета наблюдается максимальное развитие диатомовых в результате их интенсивного деления. Наличие в воде биогенных веществ способствует делению и росту диатомей. Также они размножаются спорами и половым путем [15].

Места обитания.

Обитают диатомовые водоросли в морской и пресной воде, а также на влажной почве [13].

Значение в природе и для человека.

Диатомеи – основной корм многих морских и пресноводных животных, которых привлекает запасное вещество диатомей – жидкое масло. Мелкие ракообразные разгрызают панцирь диатомей, а рыбы (шпроты, сардина, сельдь, иваси, хамса, треска) глотают их целиком. Ими, в свою очередь, питаются хищные рыбы, тюлени, китообразные, морские птицы. Масло диатомей, так же, как и рыбий жир, богато витаминами А и D.

Кремниевые панцири диатомей опускаются на дно, образуя диатомовые илы. Из них формируются горные породы – диатомиты. Диатомит (трепел, инфузорная земля) применяется в пищевой и химической промышленности в качестве наполнителя для фильтров, в строительстве – в качестве тепло- и звукоизоляции, в литейном деле. Диатомиты могут использоваться и как полировочный материал. Пропитывая диатомит нитроглицерином, получают взрывчатое вещество – динамит.

Отдел Зеленые водоросли (Chlorophycota)

Зеленые водоросли – это отдел низших растений, которые характеризуются ярко-зеленой окраской из-за большого количества хлорофилла в их клетках. Эти водоросли содержат такие же пигменты, как и у высших растений (каротин, ксантофилл и хлорофиллы). Растения делятся на несколько видов: колониальные, одноклеточные и многоклеточные. При этом последние чаще встречаются нитевидной и изредка пластинчатой формы, некоторые из зеленых водорослей имеют неклеточное строение [25].

Внешний вид и строение.

Внутреннее и внешнее строение зеленых водорослей очень разнообразно. Они могут быть одноядерными и многоядерными, состоять из разного количества клеток или вообще иметь неклеточный таллом. Некоторые из них не прикрепляются к поверхностям и свободно живут в водной среде. Другие же прочно закреплены на предметах и различных субстратах [16]. Клеточная стенка прочная, состоит из целлюлозы, запасное питательное вещество – крахмал.

Размножение.

Размножение зелёных водорослей бывает вегетативным, бесполым и половым. Вегетативное размножение у одноклеточных происходит делением клетки пополам, у колониальных и многоклеточных — фрагментами таллома или специальными ризоидальными и стеблевыми клубеньками.

Значение.

Они вырабатывают около 80% всей массы органических веществ, образующихся на Земле, являясь первичными накопителями органического вещества, водоросли прямо или косвенно служат источником пищи для всех водных животных, в том числе и для рыб.

Вред от растительного планктона в рыбном хозяйстве возможен при «цветении» водоемов, следствием которого является замор рыбы. Некоторые виды водорослей (из отделов Cyanophycophyta, Pyrrophycophyta, Chlorophycophyta, Chrysophycophyta) известны своей токсичностью. В период интенсивного размножения они являются причиной появления в воде ядовитых веществ, вызывающих иногда гибель скота, приходящего на водопой. Сильное развитие водорослей способствует загрязнению насосных станций и водопроводов.

Представители отдела Cyanophycophyta играют большую роль в обогащении почв азотом, фиксируя его из атмосферы подобно клубеньковым бактериям. Многие водоросли принимают активное участие в процессе биологической очистки сточных вод. Они могут служить также показателем качества питьевой воды, степени ее загрязнения и пригодности для питья. В приморских районах водоросли используются как ценные удобрения, так как содержат большое количество калийных солей. Ряд водорослей участвует в образовании лечебных грязей [11].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

2.1 Характеристика участков исследования

Река Ушайка.

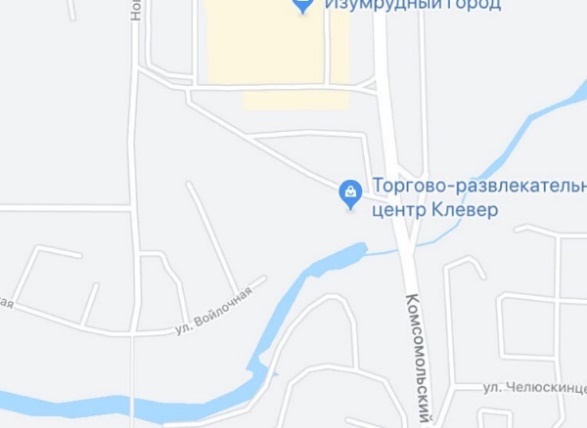
Бассейн реки Ушайка, расположен на юго-востоке Томской области. Область в географическом плане находится в срединной части Евразийского материка, приурочена к юго-востоку Западно-Сибирской равнины. В настоящее время Ушайка несудоходна, хотя ещё в XIX веке использовалась для перевозки грузов.

Река берет начало на Томь-Яйском междуречье на высоте 242 м, в 10 км к востоку от с. Межениновка Томской области, впадает в Томь с правого берега на 68 км от устья. Длина реки составляет 78 км. Река Большая Ушайка на протяжении последних 22,7 км протекает по территории г. Томска.

Основные притоки р. Ушайка: р. Березовая (правый берег, расстояние от устья 63 км, длина водотока 10 км), р. Бобровка (левый берег, расстояние от устья 41 км, длина водотока 11 км), р. Малая Ушайка (правый берег, расстояние от устья 23 км, длина водотока 52 км).

Левый берег реки, в районе взятия проб, занят жилыми постройками (жилыми домами, дачами, сараями) [26].

Координаты: Широта: 56.485743 Долгота: 84,978948



500 фт/100м

Рис.1. Место отбора пробы р. Ушайка



Рис.2. Место отбора проб р. Ушайка (фото автора).

Озеро Университетское.

Озеро расположено в городе Томске, рядом с НИ ТГУ, недалеко от Московского тракта.

Есть основания полагать, что нынешнее озеро — это центральная часть цепочки из 4-х озер: одна, южная чаша (куда стекали и стекают сейчас воды из-под Сибирского Ботанического сада в дренажную траншею, проходящую параллельно ул. Старо-Кузнечный ряд), частично заросла (стала почти болотом), частично засыпана (построили транспортный цех ТЭМЗа; а также паровую насосную станцию (убрали в 1980-х гг.), оставалась и водонапорная башня с 5-этажный дом от первого водозабора); вторая – северная чаша засыпана, построили 4-й корпус ТГУ; третья, более северная, чаша была между поворотом Московского тракта к проспекту Ленина и зданием 1-й детской больницы. Оставшаяся чаша — Университетское озеро — была больших размеров: на севере — практически до дороги рядом с 4-м корпусом ТГУ, на юге — до дороги из СибБС на Московский тракт, на востоке строительство НИИ ПММ и здания для факультета инновационных технологий принесло кучи мусора, которые засыпали почти треть чаши; здание технического назначения (известное сейчас по граффити) было построена в свое время на берегу залива озера.

То, что мы видим сейчас, — примерно третья часть одного из четырех так называемых «австрийских» озер. Пленные после 1-й мировой войны австрийцы обустраивали и углубляли заиленные Источное озеро, Университетское озеро, все 4 чаши. Вода вдоль склона перехватывалась в озера; озера задерживали воду и на время паводков, когда поднималась вода в Томи и затапливала улицы Московского тракта.

Университетское озеро — единственное, по-настоящему живое, проточное родниковое озеро Томска, в котором выживает рыба. Длина его 200 м, средняя ширина 50 м, средняя глубина 1,7 м, максимальная глубина не превышает 2,2 м, объём озера 19 тыс. м3. [23].

Координаты: Широта: 56,468713, Долгота: 84,942298



500 фт/100м

Рис.3. Место отбора пробы р. Ушайка



Рис.4. Место отбора проб оз. Университетское (фото автора)

2.2. Методика сбора и определения водорослей

Исследовались субстраты (вода + ил), предположительно содержащие водоросли, которые отбирались в 5 точках 25.09.19 и 28.09.19 г. в р. Ушайке, район Изумрудного города и оз. Университетском. Содержимое пяти сосудов смешивалось и взмучивалось, при этом готовилась средняя проба (Все пять сливают в один, из него – 100 мл). В дни взятия проб субстраты каждой точки в виде водных взвесей ила, анализировались на наличие водорослей. Живой материал помещают в стерильные стеклянные сосуды (пробирки, колбы, баночки), закрытые ватными пробками, не заполняя их доверху, или в стерильные бумажные пакеты. Пробы должны периодически распаковываться и выставляться на рассеянный свет для поддержания фотосинтетических процессов и обогащения среды кислородом.

Каждая проба должна быть этикируется. На этикетке отмечается дата сбора, место, время, подпись собиравшего. Этикетка вкладывается в емкость, в которой хранится пробы воды с водорослями

Из сосуда бралось 100 мл взвеси, готовилось 5 временных микропрепаратов, каждый из которых просматривался в пяти полях зрения. Одна капля взвеси помещалась на предметное стекло, затем в ней определялся состав водорослей (до рода); при этом просматривались 5 полей зрения микроскопа (25 аналитических повторностей, 5 препаратов, 5 полей в каждом). (см. Приложение 1. Поля зрения (1-25 – оз. Университетское; 26-50 – р. Ушайка).

Определение водорослей выполнялось с помощью микроскопа LEVENHUK D 70L. Использовалась камера, идущая в комплекте с микроскопом с разрешением 5,0 мегапикселей.

Для определения водорослей использовались следующие литературные источники:

1) «Атлас водорослей Дальнего Востока» С.С. Баринова и др. [1];

2) «Пресноводные водоросли» А.А.Гуревич, Москва 1966г [4];

3) «Атлас пресноводных водорослей водоемов черты г. Томска», предоставленный руководителем – Д.А. Денисенко;

4) «Практикум по основам ботаники. Водоросли и грибы: учебное пособие» Н.А. Лемеза [5].

2.3. Методика определения сапробности водоема.

Где S – сапробность водоема, ∑s\*h – сумма произведений соответствующего индекса сапробности рода и коэффициента, – сумма коэффициентов частоты встречаемости.

Определение значения частоты встречаемости организмов осуществляли по шкале K. Starmach (h), для увеличения 10x15 [2]:

1 – единично (1-6 экземпляров в поле зрения);

2 – мало (7-16 экземпляров в поле зрения);

3 – порядочно (17-30 экземпляров в поле зрения);

4 – много (31-50 экземпляров в поле зрения);

5 – очень много, абсолютное преобладание (более 50 экземпляров в поле зрения).

Значение сапробности родов водорослей определялись по Атласу водорослей Дальнего Востока С.С. Баринова и др. [1]

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Значение сапробности оз. Университетское говорит о том, что вода относится к III классу чистоты. III класс чистоты – это слабо загрязненные воды, в которых преобладают виды, активно вегетирующие при слабой степени органического загрязнения, доминируют β-мезосапробионты: Педиаструм *(Pediastrum sp.),* Кладофора (*Cladophora sp.)*, Спирогира *(Spirogyra sp*.), Мелозира *(Melosira sp.*), Синедра (*Synedra sp.),* Сценедесмус (*Scenedesmus sp*.), Навикула (*Navicula sp*.), Космариум (*Cosmarium sp*.) и др.

Значение сапробности р.Ушайка говорит о том, что вода относится к II классу чистоты. II класс – практически чистые воды с незначительным содержанием нестойких органических веществ и небольшим количеством продуктов их минерализации, в которых преобладают виды олигосапробионты: Микростериум *(Microsterium sp.),* Космариум *(Cosmarium sp.),* Синура *(Synura sp.).*

ВЫВОДЫ

1. При изучении источников по данной теме, был выбран метод биоиндикации, а именно, сапробного определения экологического состояния водоема и чистоты воды, определены требования для оценки по данному методу.

2. Отобраны пробы воды с водоемов: оз. Университетского, р. Ушайки.

3. Коэффициент сапробности оз. Университетское говорит о том, относится к III классу чистоты а р. Ушайка ко II классу чистоты соответственно.

4. Вода р. Ушайка относится к более чистому классу, чем вода оз.Университетское.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баринова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (Российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.

2. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Водоросли. Справочник. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.

3. Голлербах М.М., Полянский В. И. Пресноводные водоросли и их изучение. М.: Сов. наука, 1951. 200 с.

4. Гуревич А.А. Пресноводные водоросли. Москва: Просвещение, 1966. 58с.

5. Лемеза Н.А. Практикум по основам ботаники. Водоросли и грибы: учебное пособие. Минск: Вышэйшая школа, 2017. 255 с.

6. Никитинский Я.Я., Долговой Г.И. Стандартные методы исследования питьевой воды. М.: Наука, 1987. 1242 с

7. Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Диатомовый сборник в 2 томах. Санкт-Петербург: Наука, 1992. Т. 1. 125 с.

8. Скурлатов Ю. И., Дука Г. Г., Эрнестова Л. С. Процессы токсикации и механизмы самоочищения природной воды в условиях антропогенных воздействий // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук, 1983. 336 с.

9. Сычев А.Я., Травии С.О., Дука Г.Г., Скурлатов Ю.И. Каталитические реакции и охрана окружающей среды. Кишинев: Штиинца, 1983. 114 с

Электронные ресурсы.

10. Водные ресурсы Земли. [сайт] URL: https://mylektsii.ru/(дата обращения: 17.12.2019)

11. Значение отдела Зеленые водоросли в природе и для человека. [сайт] URL: https://mydocx.ru/7-92219.html (дата обращения: 10.02.2020).

12. Значение сине-зеленых водорослей в природе и для человека. [сайт] URL:http://muldyr.ru/a/a/tsianobakterii\_-\_znachenie (дата обращения: 07.02.2020).

13. Места обитания Диатомовых водорослей. [сайт] URL:https://fb.ru/article/39589/diatomovyie-vodorosli. (дата обращения: 08.02.2020).

14. Места обитания сине-зеленых водорослей. [сайт] URL:https://gufo.me/dict/biology\_encyclopedia дата обращения: 07.02.2020).

15. Отдел диатомовые водоросли. Размножение. [сайт] URL:https://gufo.me/dict/biology\_encyclopedia (дата обращения: 08.02.2020).

16. Отдел Зеленые водоросли. Строение. [сайт] URL:https://www.syl.ru/article/391058/zelenyie-vodorosli-obschaya-informatsiya-i-harakteristiki (дата обращения: 10.02.2020).

17.Отдел сине-зеленые водоросли. Размножение.

18.Отдел сине-зеленые водоросли. Строение. [сайт] URL:https://www.polnaja-jenciklopedija.ru/biologiya/otdely-vodorosley.html (дата обращения: 07.02.2020).

19. Особенности строения Диатомовых водорослей. [сайт] URL:https://slovar.wikireading.ru/ (дата обращения: 08.02.2020).

20.Особенности строения сине-зеленых водорослей.

21. Словари и энциклопедии. Сапробность. [сайт] URL:https://dic.academic.ru/ (дата обращения: 16.11.2019).

22. Условия обитания сине-зеленых водорослей. [сайт] URL:https://fb.ru/article/39589/diatomovyie-vodorosli

23. Характеристика оз. Университетское.

24. Характеристика отдела Диатомовые водоросли. [сайт] URL:https://gufo.me/dict/biology\_encyclopedia (дата обращения: 07.02.2020).

25. Характеристика отдела Зелёные водоросли. https://www.kakprosto.ru/kak-906458-otryad-zelenye-vodorosli-harakteristika-nekotoryh-predstaviteley (дата обращения: 10.02.2020).

26. Характеристика реки Ушайка. [сайт] URL: https://www.freepapers.ru/ (дата обращения: 02.12.2019).

27. Экошкола. Биоиндикация. [сайт] URL:https://ekoshka.ru/ (дата обращения: 18.11.2019)

Приложение 1. Дополнительные фотографии

