

Владимирская область
Округ Муром
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 19»

Определение степени эвтрофирования озера Виша
Муромского района
по альготрофному планктону

Автор: Киселева Дина Александровна,

11 класс

Руководитель: Мирошник Ольга Станиславовна,

учитель биологии

2025 год

Оглавление

Введение	2
1. Обзор литературы	4
1.1. Роль водорослей в жизни водоемов.	4
1.2. Мониторинг фитопланктона. Общая характеристика	6
2. Характеристика района исследования.	7
3. Материал и методики	9
3.1 Характеристика экологических типов водоемов. Методы исследования физико-химические показатели качества воды.	9
3.2. Определение состояния видовой структуры сообщества водорослей.	11
3.3.Биоиндикация качества воды с использованием водорослей (альгоиндикация)	12
3.4. Оценка состояния производных экосистем по фитопланктону	13
4. Результаты исследования	14
4.1. Изучение физико-химических особенностей воды озер	14
4.2. Биоиндикация качества воды	14
4.3. Оценка трофического статуса озер по показателям автотрофного планктона	18
5. Выводы	20
Заключение	20
Список используемой литературы	21
Приложение 1	22
Приложение 2	23
Приложение 3	30

Введение

Континентальные водоемы страдают от загрязнения в большей степени, чем моря, так как вокруг них сконцентрировано значительное число городов и промышленных предприятий (Миркин, Наумова, 2006).

Будучи одними из основных, наиболее массовых компонентов водных экосистем и первичными продуцентами органического вещества, водоросли первыми вступают в контакт с загрязнениями, поэтому их считают хорошими биологическими индикаторами качества воды в водоемах разных типов (Михеева, 1983; Трифонова, 1979; Шкундина, 2002; Барина и др., 2006).

В качестве индикаторов биологической продуктивности на практике используются параметры, тесно связанные с трофическим состоянием водоема: биомасса, численность, видовой состав автотрофного планктона, глубина видимости диска Секки, и на основе их предложены различные классификации и показатели трофического типа озер (Россолимо 1977; Трифонова, 1979; Китаев, 1984; Хендерсен-Селлерс, Маркленд, 1990; Теоретические., 1990; Carlson 1977, 1984; Nygaard, 1978).

Инвентаризация биоразнообразия озер, являющихся памятниками природы является одной из актуальных задач биологии. В связи с этим возникает необходимость изучения видового разнообразия флоры и фауны водных и наземных экосистем, в том числе и водорослей. Многие виды водорослей чувствительны к разнообразным видам антропогенного воздействия и относятся к экологическим индикаторам, могут быть использованы в качестве диагностического показателя состояния водных экосистем охраняемых территорий.

Традиционно используемые в гидроэкологии методы фитоиндикации состояния водной среды основаны на сведениях о составе и экологии микроскопических водорослей, которые имеют высокую скорость воспроизводства, что позволяет их сообществам быстро реагировать на изменяющиеся условия. Считается, что именно по соотношению индикаторных организмов достигается более быстрая, точная и экономичная классификация водных объектов по сравнению с химическими методами.

Актуальность работы заключается в том, что изучение структурной организации и функционирования основных элементов биоты водных экосистем является неотъемлемой частью в решении фундаментальных и прикладных вопросов современной гидроэкологии, к числу приоритетных задач которой, прежде всего, относится раскрытие механизмов адаптации водных сообществ к существованию в стрессовых условиях среды, рассматриваемых в экологии как нарушения. С 30 июня по 06 июля 2025 было проведено исследование экологического состояния озера Виша Муромского района Владимирской области. Озеро расположено на территории Муромского заказника и является памятником природы регионального значения, местом обитания реликтового вида выхухоль

русская, поэтому изучение его экологического состояния на сегодняшний момент актуально.

Научная новизна. Впервые проведено альгофлористические исследование озера, расположенного в ООПТ и являющегося памятником природы.

Цель данной работы: изучить автотрофный планктон озера Виша, являющегося особо охраняемой природной территорией, частью Муромского заказника. По результатам, полученным в ходе исследования, определить степень эвтрофирования озера.

Задачи:

1. Изучить литературу по данному вопросу.
2. Определить экологический тип водоема.
3. Провести гидрологические исследования водорослей. Определить качественный состав фитопланктонных водорослей озера.
4. Получить и проанализировать основные флористические характеристики автотрофного планктона на исследуемой территории.
5. Оценить трофический статус озера по показателям автотрофного планктона.

Объект изучения: озеро Виша Муромского района.

Предмет изучения: степень эвтрофированности озера по характеристике альготрофного планктона.

Гипотеза: если индивидуальные особенности сказываются на видовом составе фитопланктона, по его многообразию можно судить о степени эвтрофикации водоёма.

Для проверки данной гипотезы был изучен видовой состав альгопланктона и выяснены химические особенности, отражающие степень эвтрофикации водоёма.

Практическая значимость.

Результаты таксономических исследований могут быть востребованы для дальнейшей инвентаризации флоры водорослей озер Владимирской области. Полученные значения показателей степени эвтрофирования дают возможность прогноза изменений экосистемы озера Виша Муромского заказника и выработки соответствующих рекомендаций по его охране и рациональному использованию.

1. Обзор литературы

1.1. Роль водорослей в жизни водоемов.

Роль водорослей в жизни водоемов трудно переоценить. Очень большое значение они имеют в решении проблемы охраны окружающей среды. Здесь водорослям принадлежит двоякая роль. С одной стороны, они широко используются как показательные (индикаторные) организмы при экологическом мониторинге. С другой стороны, непосредственно сами водоросли являются активными агентами процессов самоочищения загрязненных естественных вод. Выдерживая присутствие органики, солей тяжелых металлов, радионуклидов и других веществ в дозах, токсичных для других организмов, многие виды водорослей не теряют при этом способности к фотосинтезу с выделением кислорода, необходимого для бактериального окисления загрязняющих веществ, дыхания всех аэробных организмов, утилизирующих токсические ингредиенты загрязненной среды. Из других свойств водорослей заслуживает внимания также их способность избирательно поглощать и накапливать ряд химических элементов из воды. Особенно это относится к редким и рассеянным элементам, находящимся в воде в небольшом количестве. Биофизические процессы обмена элементов между водорослями и водой представляют большой теоретический и практический интерес.

Одним из основных значений водорослей в жизни водоемов является их участие в цепи питания рыб. Так, с одной стороны, зоопланктеры – ракообразные с фильтрационным типом питания, входящие в основной рацион рыб – потребляют свыше 130 видов водорослей, в том числе и многих массовых представителей фитопланктона (Гутельмахер, 1974). С другой стороны, непосредственно сами водоросли употребляются в пищу рыбами.

Наряду с положительной ролью водорослей вполне возможны отрицательные последствия их массового развития, которое достигает очень высоких показателей численности и биомассы, нередко вызывая сильное «цветение» воды. Это приводит к угнетению зоопланктона и молоди рыб, а во время отмирания водорослей – и к гибели их в результате дефицита кислорода.

Высокий уровень развития фитопланктона этих водоемов – результат повышенной обеспеченности их вод биогенными элементами, а «цветение» воды водорослями является наиболее ярким проявлением эвтрофирования, приводящим к их загрязнению. Известно, что до определенной степени развития водоросли в водоемах имеют положительную роль – фитопланктон с биомассой до 40 мг/л (соответствует умеренному «цветению») еще способствует самоочищению воды; при более высокой биомассе роль водорослей становится резко отрицательной. На стадии интенсивного «цветения» при биомассе водорослей свыше 500 мг/л наступает явное ухудшение всех санитарно-биологических показателей водоемов. В результате массового отмирания и разложения водорослей вода в них становится почти непригодной для хозяйственного использования и жизни гидробионтов. Выделение в воду некоторыми синезелеными токсическими веществ

–*Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae* – может представлять реальную опасность и для человека. Однако, несмотря на это, в целом следует рассматривать водоросли как мощный фактор в самоочищении водоемов и формировании качества их вод, обеспечивающий стабильность водных экосистем в условиях все возрастающей антропогенной нагрузки.¹

В 1908 году Р. Кольквитц и М. Марссон разработали шкалу оценки загрязненности водоемов по присутствию в них тех или иных организмов. В ее основу положен принцип, отражающий отношение гидробионтов к кислороду, их оксифильность. По предложенной шкале водоемы или их зоны в зависимости от степени загрязнения органическими веществами подразделяются на поли-, мезо- и олигосапробные.

К методам биоиндикации относят систему сапробности вод, оцениваемую степенью их загрязнения органическими веществами и продуктами их распада. Сапробность организмов обуславливается как его потребностью в органическом питании, так и приспособлением к существованию в загрязненных водах.

В полисапробной зоне, находящейся вблизи от места сброса сточных вод, происходит расщепление белков и углеводов в анаэробных условиях. Самоочищение здесь идет в основном за счет деятельности бактерий. Число видов, способных жить в крайне загрязненных водоемах невелико, но зато они встречаются здесь в массовых количествах.

В мезосапробной зоне загрязнение выражено слабее: неразложившихся белков нет, сероводорода и диоксида углерода немного, кислород присутствует в заметных количествах, однако в воде есть еще такие слабо-окисленные азотистые соединения, как аммиак, аминокислоты и амиды кислот. Мезосапробная зона подразделяется на α - и β -мезосапробные подзоны. Видовое разнообразие β -мезосапробной зоны больше, но численность и биомасса организмов ниже.

В олигосапробной зоне сероводород отсутствует, диоксида углерода мало, количество кислорода приближается к нормальному насыщению, растворенных органических веществ практически нет. Для этой зоны характерно высокое видовое разнообразие организмов, но численность и биомасса их незначительны.²

1.2. Мониторинг фитопланктона. Общая характеристика

Фитопланктон (водоросли) - низшие растения, характеризующиеся отсутствием дифференцировки тела на основные органы - стебель, лист и корень.

Фитопланктон - первое звено трофической цепи водных объектов, играет значительную роль в мониторинге пресноводных экосистем.

¹Ермолаев В.И. Водоросли и их роль в экосистеме водоемов./ II Всероссийская научно-практическая конференция «Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге в мониторинге» (Материалы докладов) Сыктывкар, Республика Коми, Россия

²Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта/Сост. Г.И. Фролова-М.: Лесная страна

В пресных водоемах Европейской части России чаще всего встречаются представители следующих отделов:

Bacillariophyta - диатомовые водоросли

Chlorophyta - зеленые водоросли

Cyanophyta - синезеленые водоросли

Euglenophyta - эвгленовые водоросли

Chrysophyta - хризофитовые водоросли

Cryptophyta - криптофитовые водоросли.

Отдел *Bacillariophyta* включает около 15000 видов, распространенных в пресных водоемах и морях. Играют большую роль в планктоне, где часто количественно преобладают над всеми другими организмами и вызывают желтоватую окраску воды (диатомовое цветение). Диатомовые водоросли представлены одноклеточными и колониальными организмами светло-желтого или бурого цвета. Панцирь состоит из двух частей: эпитеки и гипотеки. Эпитека – большая часть – надвигается на гипотеку, как крышка на коробку.

Отдел *Chlorophyta* включает около 5700 видов, преимущественно пресноводных. Распространены массами, образуя пресную тину водоемов. Зеленые водоросли – колониальные, многоклеточные организмы с хроматофорами чисто зеленого цвета. Колонии представляют собой рыхлое соединение клеток.

Отдел *Cyanophyta* включает около 1400 видов, преимущественно пресноводных. Развиваясь массами летом, вызывают цветение воды. Синезеленые водоросли относятся к прокариотам (безъядерным) организмам, все остальные – к эукариотам. Синезеленые – колониальные и многоклеточные организмы, содержащие хлорофилл, но благодаря наличию дополнительных пигментов они имеют сине-зеленую окраску. Среди пигментов – зеленый хлорофилл, желтооранжевый каротин, синий фикоциан, красный фикоэритрин.

Отделы *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Cryptophyta* включают около 2000 видов, широко распространенных в пресных водоемах и морях, нередко развивающихся массами и вызывающих «цветение» воды. Это одноклеточные или колониальные организмы, подвижные благодаря наличию жгутиков, причем у одних видов жгутики сохраняются в течении всего жизненного периода, у других – большую часть жизни жгутики отсутствуют.

2. Характеристика района исследования.

Озеро Виша

Заказник расположен в Муромском и Гороховецком районах Владимирской области по левобережью реки Оки. Общая площадь территории заказника составляет 56,2 тыс. га.

В отношении географии заказник расположен на плоской равнине. Имеются песчаные холмы и болотные низины (в разных частях заказника). Достаточно большую площадь заказника занимают зандровые равнины, принадлежащие к внешней зоне ледникового комплекса и сложенные слоистыми осадками ледниковых вод, в том числе песками, мощность которых достигает 20 метров. В местах скудной растительности пески переиваются. Водоразделами на территории заказника служат гряды незначительных по высоте холмов и зандровые равнины. Вдоль них располагается широкая полоса аллювиально-зандровых равнин. Как и зандровые, они сложены из песков мощностью около 10 метров.

Официально абсолютные отметки на территории заказника достигают 80 — 95 метров, однако в районе села Татарово и деревни Свято отмечена высота над уровнем моря выше 100 метров.

Озеро Виша находится на границе Муромского и Гороховецкого районов Владимирской области, неподалёку от деревни Красный Бор.

Длина озера — 10 км, ширина — до 400 м. Озеро располагается на реке Виша и имеет характерную вытянутую форму.

Озеро Виша — памятник природы, с 1976 года является частью Муромского государственного заказника по разведению и охране ценных пушных зверей: выхухоля и бобра.

С 3 марта 2011 года охрану территории Муромского заказника и мероприятия по сохранению биологического разнообразия и поддержанию в естественном состоянии охраняемых природных комплексов и объектов осуществляет федеральное государственное учреждение «Национальный парк «Мещёра».

На территории заказника запрещаются:

- 1) промысловая, спортивная и любительская охота;
- 2) промышленное рыболовство;
- 3) любительское и спортивное рыболовство вне водных объектов и их частей, определенных Минприроды России;
- 4) все виды рыболовства с использованием сетевых орудий лова;
- 5) заготовка древесины (за исключением заготовки древесины гражданами для собственных нужд);
- 6) заготовка живицы;
- 7) проведение сплошных рубок леса, за исключением связанных со строительством, реконструкцией и эксплуатацией линейных объектов, осуществляемых в соответствии с настоящим Положением;
- 8) все виды рубок леса в радиусе 300 метров от границ водных объектов, за исключением выборочных санитарных рубок;

- 9) проведение гидромелиоративных и ирригационных работ без согласования с Минприроды России;
- 10) распашка земель в радиусе 100 метров от границ водных объектов;
- 11) выпас скота в радиусе 200 метров от границ водных объектов;
- 12) применение ядохимикатов и химических средств защиты растений;
- 13) создание объектов размещения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;
- 14) предоставление земельных участков (кроме находящихся в границах населенных пунктов) для индивидуального жилищного строительства;
- 15) интродукция живых организмов в целях их акклиматизации;
- 16) осуществление рекреационной деятельности (в том числе организация мест отдыха и разведение костров) за пределами специально предусмотренных для этого мест;
- 17) проезд и стоянка автотранспортных средств вне дорог общего пользования;
- 18) движение маломерных судов в пойменных водоемах (кроме маломерных судов государственных органов, осуществляющих охрану территории заказника, а также контроль и надзор в области организации и функционирования особо охраняемых природных территорий федерального значения);
- 19) иные виды деятельности, влекущие за собой снижение экологической ценности данной территории или причиняющие вред охраняемым объектам животного мира и среде их обитания³.

³Приказ Минприроды РФ от 19.02.2009 N 36 Об утверждении Положения о государственном природном заказнике федерального значения "Муромский

3. Материал и методики

3.1. Характеристика экологических типов водоемов

Методы исследования физико-химические показатели качества воды.

Температура. Оборудование-термометр

Выполнение анализа: 1. Погрузите термометр в воду непосредственно на водоеме не менее чем на одну треть шкалы и выдержите в погруженном состоянии на нужной глубине не менее 5 минут. Не вынимая термометра из воды, произведите отсчет показаний.

2. Определите температуру воды в нескольких местах.

3. Рассчитайте среднее значение температуры.

Цветность. Оборудование-пробирка стеклянная высотой 15-20 см, лист белой бумаги(фон)

Выполнение анализа:

1. Заполните пробирку водой до высоты 10 см.

2. Определить цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении. Отметьте наиболее подходящий оттенок.

Запах. Оборудование: колба на 250-500 мл с пробкой.

Выполнение анализа: 1. Заполнить колбу водой на 1/3 объема и закройте пробкой.

2. Взболтаем содержимое колбы

3. Откройте колбу и сразу же определите характер интенсивность запаха, осторожно вдыхая воздух. Интенсивность запаха определяется по пятибалльной шкале.

Мутность. Оборудование- пробирка стеклянная высотой 10-12 см, лист темной бумаги (фон)

Выполнение анализа:

1. Заполните пробирку водой до высоты 10-12 см.

2. Определите мутность воды, рассматривая пробирку сверху на темном фоне при достаточном боковом освещении. По таблице определителя подходящее значение.

Водородный показатель (рН). Оборудование: универсальные индикаторы бумаги рН (0-12)

Выполнение анализа:

1. Полоску индикаторной бумаги обмакнуть в исследуемой воде.

2. Положить ее на белую непромокаемую подложку и быстро сравнить с эталонной шкалой.

По общепринятой классификации стоячие водоемы (озера, естественные пруды и т.п.) делятся на ацидотрофные, дистрофные, олиготрофные, мезотрофные и эвтрофные. Кроме того, имеется ряд переходных стадий.⁴

⁴⁴ Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / О.П.Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева и др. – М.: Издательский центр «Академия»

Ацидотрофные водоемы довольно разнообразны по своей природе. По классификации Тинеманна-Науманна к ним относятся водоемы с кислой реакцией воды (рН меньше или равно 5,5). Они могут иметь как бесцветную, так и окрашенную в бурый цвет воду. В первом случае имеет место комбинация ацидотрофии с олиготрофией, во втором - ацидотрофии с дистрофией. Густые заросли тростника и камыша, процветающие в щелочных водах, в более кислых уменьшаются, встречаются более ограниченно, а в очень кислых водах исчезают совсем, на их месте начинают развиваться осока, хвощ и манник.

Ацидотрофно-олиготрофные водоемы можно установить по наличию олиготрофии – лобелии Дортмана (*Lobelia dortmana*), урути очередноцветковой (*Myriophyllum alterniflorum*), по слабому развитию растительного покрова, значительной разреженности зарослей и угнетенному состоянию растений с низким значением фитомассы.

Ацидотрофно-дистрофные водоемы можно разделить по преобладанию водно-болотных растений – видов рода *Carex*, вахты трехлистной (*Menyanthes trifoliata*), кизляка кистецветного (*Naumburgia thysiflora*), сабельника болотного (*Comarum palustre*). Зарегистрированы в таких водоемах также водяная сосенка (*Hippuris vulgaris*), пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris*). Ограниченно представлены уруть очередноцветковая и лобелии Дортмана². Степень покрытия этих водоемов макрофитами невелика, растения угнетены, величины фитомассы низки. Кислая реакция среды и низкая прозрачность воды отрицательно влияют на произрастание растений.

Дистрофные водоемы расположены в основном в заболоченной местности, берега их низкие, болотистые, с редкой растительностью, часто сложены из сфагнома. Реакция среды кислая, вода сильно окрашена, прозрачность ее низкая. Значительно разреживаются прибрежные заросли тростника и хвоща. Исчезают рдесты и частично заменяются на заросли ежеголовника. Для дистрофных водоемов характерны вдоль уреза воды различные виды осок и водно-болотной растительности, на дне – сфагновый мох. Часто встречаются тростник обыкновенный, хвощ топяной, кубышка желтая, ежеголовник родственный.

Для озер **олиготрофного типа** характерно присутствие лобелии Дортмана, урути очередноцветковой. Степень их зарастания незначительна, растительные сообщества распространены весьма ограниченно. Фитоценозы в основном разрежены. Развитие растений удовлетворительное, величина фитомассы невелика.

Для водоемов **мезотрофного и эвтрофного типов** характерны нейтральная или щелочная среда и малая прозрачность. Показательно наличие рогоза узколистного, стрелолиста плавающего, элодея канадской.

3.2. Определение состояния видовой структуры сообщества водорослей.

3.2.1. Методы и орудия сбора фитопланктона

При работе на крупных водоемах и водотоках отбор проб осуществляется из слоя, где возможен фотосинтез, глубина которого равна утроенному значению прозрачности, измеренной по белому диску Секки. Слой воды, из которого берется проба, называется горизонтом. Если прозрачность в месте отбора пробы равна 1 м, то, соответственно, проба должна отбираться с поверхности – глубина 0,5 м, с прозрачности – глубина 1 м, 2-х прозрачностей – 2 м и 3-х прозрачностей – 3 м. С каждого из перечисленных горизонтов отбирают 1 л воды, сливают в один сосуд (ведро), тщательно перемешивают и заполняют банки емкостью 0,5 л для количественного анализа, 1 л для качественного анализа, позволяющего более достоверно судить о видовом составе фитопланктона (альгофлоры). В малых реках и прудах вертикальное распределение фитопланктона относительно равномерное, поэтому отбор проб обычно производят с горизонтов 0,5 – 1 м ведром.

3.2.2. Методы сгущения и консервации фитопланктона

Наиболее распространенным методом концентрирования планктона является фильтрация пробы через мелкопористые мембранные фильтры. Для сгущения фитопланктона пригодны фильтры №5 и №6. Сухие фильтры содержат в своих порах воздух, который закупоривает их и затрудняет фильтрацию. Для удаления воздуха фильтры нужно прокипятить в дистиллированной воде в течение 20–30 минут.

Фильтрацию проводят под вакуумом в воронке с пористым или сетчатым дном, на которое укладывают мембранный фильтр. Воронку укрепляют на колбе Бунзена, которую шлангом соединяют с вакуумным насосом. Для проведения качественного анализа фильтруют 1 л пробы, количественного – 0,5 л. Затем фильтр помещают в пенициллиновую склянку, заливают 5-10 мл фильтрата и консервируют аптечным раствором Люголя до слабожелтого цвета (2–3 капли фиксатора). С помощью кисточки стряхивают в склянку содержимое с фильтра.

3.2.3. Эtiquетирование проб

Каждая проба снабжается этикеткой, на которой указывается название водного объекта, номер станции, глубина, дата и время отбора. Иногда на этикетке ставится просто номер, который соответствует номеру, записанному в журнале или полевом дневнике. В дневник заносят дополнительные сведения о погоде, температуре, цветности, прозрачности воды, глубине станции, визуальные наблюдения о качестве воды.

3.3.Биоиндикация качества воды с использованием водорослей (альгоиндикация)

Разработана специальная шкала, позволяющая по составу водорослей оценить степень органического загрязнения.

Под сапробностью принято понимать степень распада органических веществ в загрязненных водоемах. Сапробионты, или сапробные организмы могут служить индикаторами загрязнения или различных степеней разложения органических веществ в водоеме. Распад органики в водоеме приводит к дефициту кислорода и накоплению ядовитых продуктов (углекислоты, сероводорода, органических кислот и др.) Способность организмов обитать в условиях разной степени сапробности объясняется потребностью в органическом питании, устойчивостью к дефициту кислорода и выносливостью к вредным веществам, образующимся в процессе разложения органического вещества.

В полисапробной зоне водоема наблюдается обилие инфузорий и бактерий, видов водорослей немного: это хлорелла, политома и некоторые виды хламидомонад (приложение 3). При этом численность водорослей может быть высокой. Преобладание полисапробов в естественных водоемах, как правило, приурочено к местам сброса органических стоков, к местам «гниения».

В мезосапробной зоне видовое разнообразие водорослей большое. При этом в бета-мезосапробной зоне количество видов водорослей больше, чем в альфа-мезосапробной, но их численность может быть ниже.

Наличие альфа-мезосапробов говорит о существовании очагов загрязнения в относительно чистых водоемах или приурочено к участкам, где кончается влияние сильного загрязнения (так, например, у сбросов очищенных вод городской канализации). Это могут быть и водоросли планктона и обрывки водорослей бентоса (приложение 3). В застойных местах загрязнённых водоемов иногда встречаются заросли энтороморфы, или кишечницы (приложение 3), часто вместе с хлопьями осциллятории, отличающейся грязно-сине-зеленой окраской (приложение 3).

Бета-мезосапробы — показатели умеренного, можно сказать, естественного загрязнения, характерного для живого, наполненного многими гидробионтами водоема. В планктоне преобладают многие диатомеи (рис. 1.4, 1.5 приложение 3), в составе бентоса и перифитона обычна самая крупная водоросль кладофора (рис. 1.4 приложение 3), часто остающаяся на высыхающих берегах в виде «тряпок». Сюда же относятся плавающие в виде тины хлопья других нитчаток— спирогиры, зигнемии и др. Из группы бета-мезосапробов следует отметить ядовитую синезеленую водоросль микроцистис.

В олигосапробной зоне водоросли разнообразны, но численность их невелика. Олигосапробы встречаются преимущественно в чистых родниках, в мочажинах на верховых болотах, в речных ручейках.

Так можно сравнить разные по сапробности водоемы. А главное — можно оценить относительную чистоту воды.

3.4. Оценка состояния производных экосистем по фитопланктону

Для оценки используют метод Пантле и Бука. В результате применение этого метода получают индекс сапробности, определяющий качество воды в пункте (станции) отбора. Классификация качества воды водоемов и водотоков в зависимости от индекса сапробности.

Поскольку при просмотре учитывается не только состав видов, но и их обилие, определяется коэффициент (или индекс), умножая обилие видов определенной сапробности (количество клеток водорослей) на показатель сапробности (олиго = 1, бета = 2, альфа = 3, поли = 4).

Так можно сравнить разные по сапробности водоемы. А главное - можно оценить относительную чистоту воды.

Для оценки сапробности воды по организмам фитопланктона рекомендуется применять метод индикаторных организмов Пантле и Букка в модификации Сладечека.

Индекс сапробности вычисляется по формуле $S = \sum sh / \sum h$, где s-индекс сапробности вида (берется из атласа сапробных организмов), h-частота встречаемости вида, определяемая по шкале.⁵

Индекс сапробности вычисляют с точностью до 0.01. Для ксеносапробной зоны (очень чистая вода) он находится в пределах 0-0.50, бетамезосапробный 1.51-2.50, альфомезосапробный 2.51-3.50, полисопробный 3.51-4.00.

Расчет индексов сапробности по Пантле и Букку

Относительная численность (вида)	1-2%	3-4%	4-10%	10-20%	20-40%	>40%
Частота встречаемости (вида) h	1	2	3	5	7	9

⁵ Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта/Сост. Г.И Фролова-М.: Лесная страна, 2008 стр 6

4. Результаты исследования

4.1. Изучение физико-химических особенностей воды озера Виша

Озеро Виша относится к водоемам старичного типа. Координаты: 55°49'24" с. ш., 42°19'55".

Длина озера — 10 км, ширина — до 400 м. Площадь: 140.0 га

Вода имеет коричневый оттенок за счёт мелких частей торфа, но прозрачная и мягкая. Водоём не промерзает зимой и не пересыхает летом, имеет песчаное дно, местами илистое.

Берега: пологие, залесённые.

Котловина озера большая -140 га,

Глубина водоема – 5 м

Цвет воды – слабо-желтоватая, с коричневым оттенком

Дно - песчаное, местами илистое

Кислотность, рН – 5,5

Таким образом, сопоставив полученные результаты с признаками, определяющими экологический тип водоема, делаем вывод, что в настоящее время экологический тип озера определяется как промежуточный между мезотрофным и эвтрофным типами.

4.2. Биоиндикация качества воды.

Для изучения альгофлоры озера было взято 3 пробы (приложение 1). Результат изучения видового разнообразия представлен в таблице 1.

Табл.1 Эколого-флористические характеристика видов фитопланктона обнаруженных в пробах воды озёра Виша

	Таксон/автор	Эколого-географическая характеристика			
		Сапробность	Местообитание	Распространение	Отношение к рН
CHLOROPHYTA					
1	<i>Cosmarium subtumidum</i>	β	П	к	Ал
2	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.)	β	П	к	Ин
3	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>Duplex</i>	β	П	к	-
4	<i>Scenedesmus quadricauda</i> Breb. var. <i>Quadricauda</i>	β	Л	к	Ин
5	<i>Closterium aciculare</i>	β	П	к	Ал

6	<i>Actinastrum aciculare</i> Playf	β	П	=	-
7	<i>Pediastrum boryanum</i>	β	П	к	Ин
8	<i>Mougeotia genuflexa</i>	0	Б	к	Ал
9	<i>Spirogyra</i> sp.	β	Б	к	Ал
BACILLARIOPHYTA					
10	<i>Achnanthes hungarica</i> (Grun)	α	Б	к	Ал
11	<i>Sinedra acus</i> Kutz	0	П	к	Ин
12	<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) Kirch	β	Б	к	Ал
13	<i>Gomphonema angustatum</i> Ag. var. <i>angustatum</i>	0	О	б	Ал
14	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr. var. <i>acuminatum</i>	β	Б	к	Ал
15	<i>Diatoma vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>	0-β	О	к	Ал
16	<i>Chlam Chlamydomonas pertyi</i> Gorosch	0-β	Л	к	-
EUGLENOPHYTA					
17	<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	β-α	Л	к	Ин
18	<i>Euglena acus</i> Ehr	β-α	Л	к	Ин
CYANOPHYTA					
19	<i>Anabaena</i>	β	П	к	-
CHAROPHYTA					
20	<i>Staurastrum cingulum</i> var. <i>obestum</i> G.M. Smith.	β	П	к	Ал

В озере было найдено 20 видов водорослей, относящихся к 5 отделам (табл.1): 9 водорослей к отделу *CHLOROPHYTA* (45% от всех найденных водорослей), 7 водорослей к *BACILLARIOPHYTA* (35%), 2 водоросль к *EUGLENOPHYTA* (10%), 1 водоросль к *CYANOPHYTA* (5%) и 1 водоросль к *CHAROPHYTA* (5%) (рис. 1).

Несмотря на малочисленный отбор проб и связанное с этим небольшое количество видов, можно отметить некоторые закономерности, указывающие на стабильность альгофлоры озера. Наиболее богатым видовым разнообразием отличается отдел *CHLOROPHYTA* – 45 %. Ядро альгофлоры наряду с зелеными составляют диатомовые (35%) и эвгленовые (10 %) водоросли. Другие отделы представлены единично.

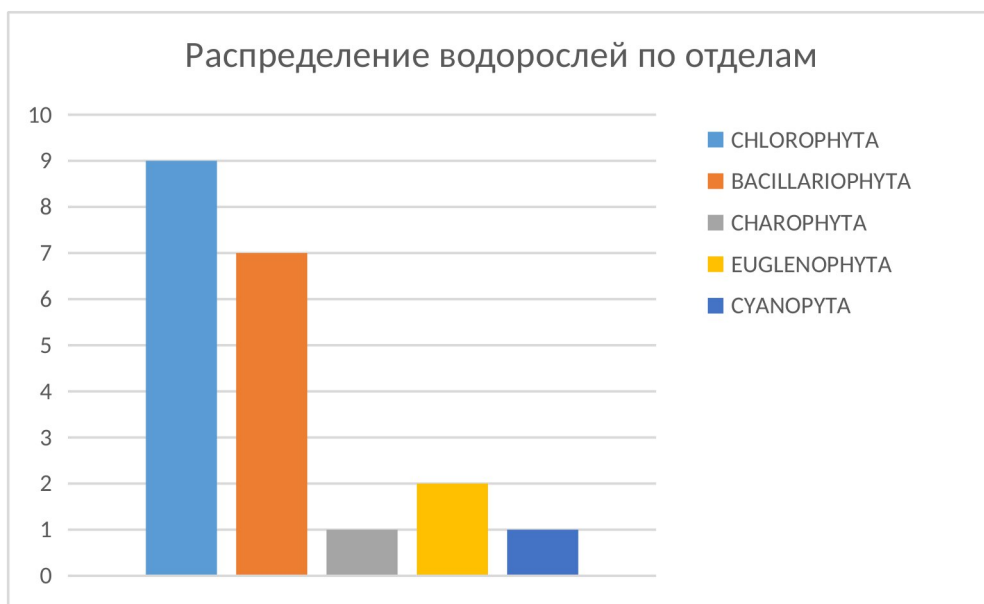


Рис. 1. Анализ численности водорослей по отделам.

В озере Виша для всех обнаруженных видов определена **сапробность**⁶ (рис. 2). Из них олигосапробных - 3 вида, олиго-бетосапробных 2 вида, бетосапробных 12 видов, альфа-бетосапробных 2 вида, альфасапробных 1 вид.

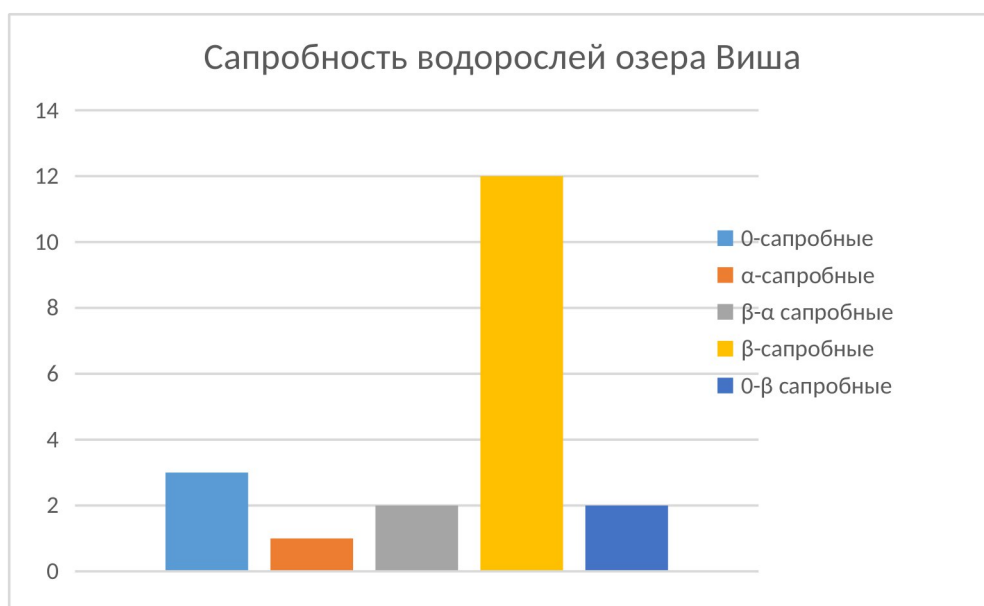


Рис. 2. Распределение видов водорослей по сапробности

На озере Виша для всех найденных видов определено **место обитания** (рис. 3) – 9 водорослей относятся к планктонным, 4 к литоральным, 5 - бентосных и 2 вида - обитатели обрастаний.

⁶ Методические рекомендации по отбору, обработки и анализу гидробиологических проб воды и грунта/Сост. Г.И Фролова-М.: Лесная страна, 2008 стр 59

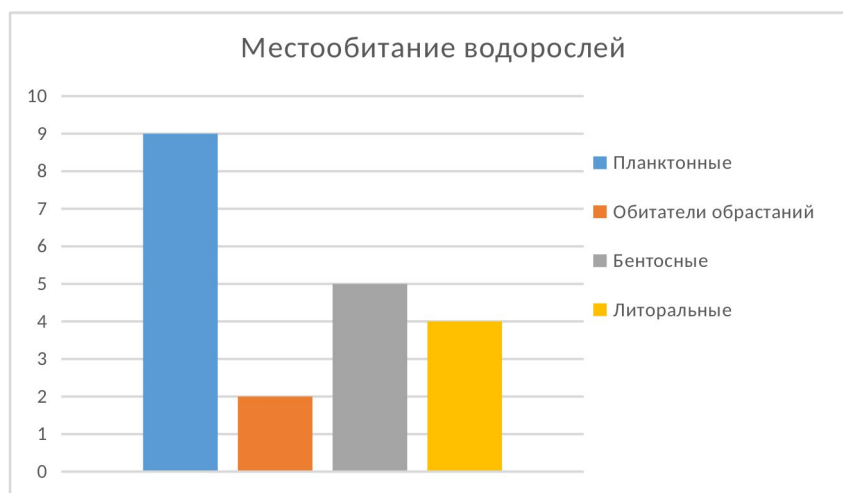


Рис. 3. Распределение видов водорослей по месту

По распространению (рис. 4) 18 видов – космополиты, 1 вид - бореал и 1 вид - малоизученный в биографическом отношении.

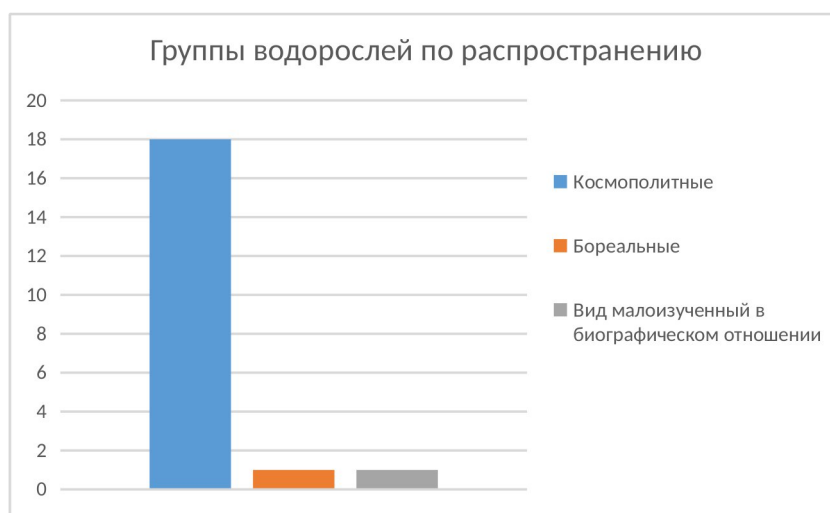


Рис. 4. Распределение видов водорослей по распространению

Водоросли являются также хорошими индикаторами pH водной среды. В озере по отношению к pH (рис. 5) было определено 16 из обнаруженных видов - 10 видов алкафиллы+алкабионты, 6 видов – индифференты.

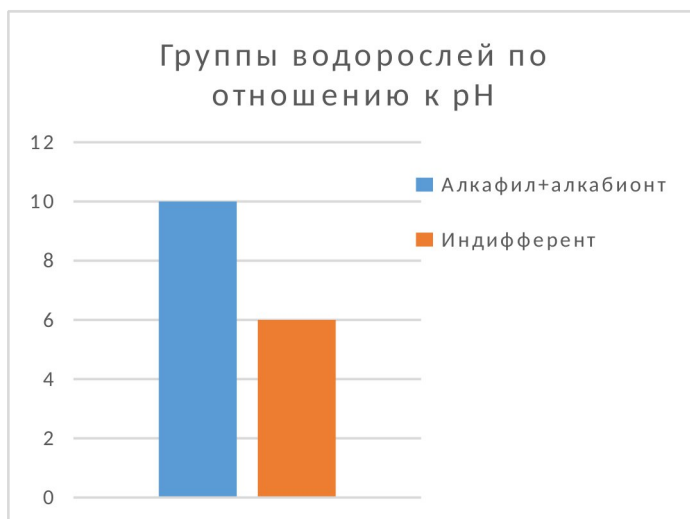


Рис. 5. Распределение видов водорослей по отношению к pH

4.3. Оценка трофического статуса озер по показателям автотрофного планктона

В озере Виша было обнаружено 20 видов водорослей различного трофического статуса - с разной частотой встречаемости и имеющих разный индекс сапробности, который определялся по классам сапробности.

Табл. 2 Водоросли, найденные в озере Виша и их трофический статус

	Таксон/автор	Трофический статус			
		Относительная частота встречаемости (%)	Частота встречаемости	Индекс сапробности	sh
<i>CHLOROPHYTA</i>					
1	<i>Cosmarium subtumidum</i>	1	1	2	2
2	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.)	1	1	2	2
3	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>Duplex</i>	1	1	2	2
4	<i>Scenedesmus quadricauda</i> Breb. var. <i>Quadricauda</i>	1	1	2	2
5	<i>Closterium aciculare</i>	1	1	2	2
6	<i>Actinastrum aciculare</i> Playf	1	1	2	2
7	<i>Pediastrum boryanum</i>	1	1	2	2
8	<i>Mougeotia genuflexa</i>	2	1	1	1
9	<i>Spirogyra</i> sp.	2	1	2	2
<i>BACILLARIOPHYTA</i>					
10	<i>Achnanthes hungarica</i> (Grun)	1	1	3	3
11	<i>Sinedra acus</i> Kutz	1	1	1	1
12	<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) Kirch	3	2	2	4
13	<i>Gomphonema angustatum</i> Ag. var. <i>angustatum</i>	1	1	1	1
14	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr. var. <i>acuminatum</i>	1	1	2	2
15	<i>Diatoma vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>	3	2	1,5	3

16	<i>Chlam Chlamydomonas pertyi Gorosch</i>	1	1	1,5	1,5
<i>EUGLENOPHYTA</i>					
17	<i>Phacus longicauda (Ehr.) Duj.</i>	1	1	2,5	2,5
18	<i>Euglena acus Ehr</i>	1	1	2,5	2,5
<i>CYANOPYTA</i>					
19	<i>Anabaena</i>	1	1	2	2
<i>CHAROPHYTA</i>					
20	<i>Staurastrum cingulum var. obestum G.M. Smith.</i>	1	1	2	2

Индекс сапробности водорослей озера Виша равен 2,075:

$$2+2+2+2+2+2+2+3+2+1+1+4+1+2+3+1,5+2,5+2,5+2+2$$

$$S = \frac{\text{-----}}{20} = 2,075$$

Полученный индекс сапробности соответствует **β -мезосапробной зоне**.
 Качество воды водоема - **умеренно загрязненный**.

Соотношение валентностей следующее: α : α- β : β : α- β : α
 =0,15:0,1:**0,6**:0,1:0,05

Таким образом, изучаемый участок акватории относится к **β - мезосапробной зоне**.

Исходя из анализов проб, можно сказать что озеро Виша чистое, но подвержено умеренному загрязнению.

В растительном планктоне озёра по численности выделяются зеленые и диатомовые водоросли (*CHLOROPHYTA, BACILLARIOPHYTA*). Таким образом, в озере формируется диатомово-протококковый комплекс (зеленые водоросли составляют ядро альгофлоры). Полученные данные говорят о значительном участии сапрофитных организмов, к которым следует относить зеленые и диатомовые водоросли. По-видимому, способность большинства из них обитать в условиях умеренно-жесткой химической среды обеспечивает им высокую конкурентоспособность.

В фитопланктоне озёра Виша определены виды, приуроченные к различным биоценозам и жизненным формам водоемов (планктон, литораль, бентос), а также отмечены виды характерные для нескольких биоценозов (планктон – перифитон).

Результаты распределения видов водорослей по условиям кислотности среды показали доминирование группы алкафиллов-алкабионтам.

Сапробность воды 2,075 - β –мезосапробная зона (1,5-2,5), класс качества воды III, что соответствует умеренно-загрязненному качеству воды.

5. Выводы

1. В озере Виша было найдено 20 видов водорослей, относящихся к 5 отделам: 9 водорослей к отделу *CHLOROPHYTA* (45% от всех найденных водорослей), 7 водорослей к *BACILLARIOPHYTA* (35%), 2 водоросль к *EUGLENOPHYTA* (10%), 1 водоросль к *CYANOPHYTA* (5%) и 1 водоросль к *CHAROPHYTA* (5%).
2. По численности выделяются зеленые и диатомовые водоросли (*CHLOROPHYTA*, *BACILLARIOPHYTA*). Таким образом, в озере формируется диатомово-протококковый комплекс (зеленые водоросли составляют ядро альгофлоры).
3. В фитопланктоне озера преобладают планктонные и бентосные водоросли.
4. По географической характеристике в озере преобладают космополитные виды водорослей (90 %).
5. В озере Виша по числу видов лидируют группы алкафилов-алкабионтов (10 видов) и индифферентов (6 видов).
6. Сапробность воды составляет 2,075, что соответствует β – мезосапробной зоне (1,5-2,5), класс качества воды III, что соответствует умеренно-загрязненному качеству воды.

Заключение

Настоящая работа подводит некоторый итог исследования таксономического состава и экологии альгофлоры озера Виша Муромского заказника.

Принимая во внимание факт неравномерности альгологических исследований на территории заказника, представляется целесообразным продолжение мониторинговых наблюдений с целью дальнейшего изучения видового разнообразия и инвентаризации альгофлоры водоемов заказника, как фоновых, так и подверженных основным видам антропогенного воздействия (эвтрофирование, ацидификация, минерализация и др.).

Список используемой литературы

1. Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры М., 1993
2. Бабенко В.Г., Зайцева Е.Ю., Пахневич А.В., Савинов И.А. Биология: материалы к урокам-экскурсиям. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студентов высш. учеб заведений / О.П.Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И Евсеева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
4. Гусева Т.В. и др. как организовать общественный экологический мониторинг / Под ред. М.В.Хотулевой.- СоЭС, 1998
5. Гуревич А.А. Пресноводные водоросли (Определитель). М.: "Просвещение": 1966
6. Ефремов А.В., Корсаков И.Е., Успенский Н.А., Скибин П.Е. «География Владимирской области» стр. 32 – 35
7. Комплексная экологическая практика школьников и студентов. Программы. Методики. Оснащение. Учебно-методическое пособие. Под редакцией проф. Коробейниковой Л.А. Изд.3-е, перераб. и дополн. — СПб: Крисмас+, 2002.
8. Левицкая А.И., Карлович И.А., Карлович И.Е.. «География Владимирской области. Природа». - ООО ВОГТ.
9. Муравьев А.Г. «Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами» - АО «Крисмас+», Санкт-Петербург. 1998
10. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта/Сост. Г.И Фролова-М.: Лесная страна, 2008
11. Науменко М.А. Эвтрофирование озёр и водохранилищ. Учебное пособие - СПб.: изд. РГГМ У, 2007.
12. Романов А.А., Левицкая А.И., Смолина Т.Д. «География Владимирской области»
13. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект. 3-е изд., испр. и доп. - М.: 2006

Интернет-ресурсы.

1. <http://zmlj.ru/obrazovanie-ozyor.html> «Озера»
2. <http://zmlj.ru/obrazovanie-ozyor.html> «Образование озер»
3. <http://geography.kz/?p=1338> «Озеро»
4. <http://www.ugrasu.ru/faculties/nature/departments/ecol/mpubl/documents/Geobotanika.doc>
5. <http://www.town33.ru/stati/stat2pampriodi.html>
6. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/avtotrofniyi-plankton-kak-pokazatel-stepeni-evtrofirovaniya-na-primere-raznotipnykh-ozer-resp#ixzz5V1CmBasD>

Карта Озеро Виша

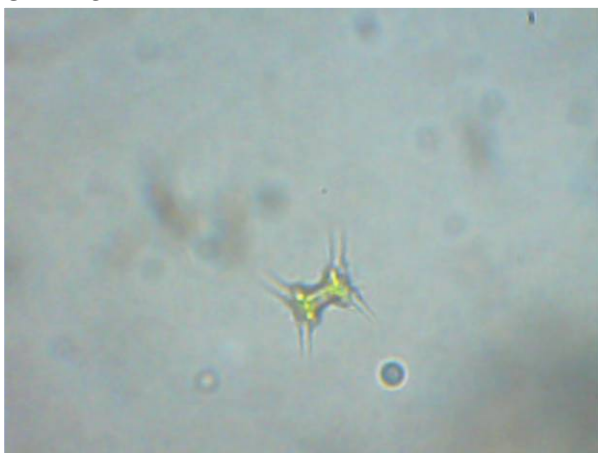


▲ места взятия проб

Альгофлора озера Виша

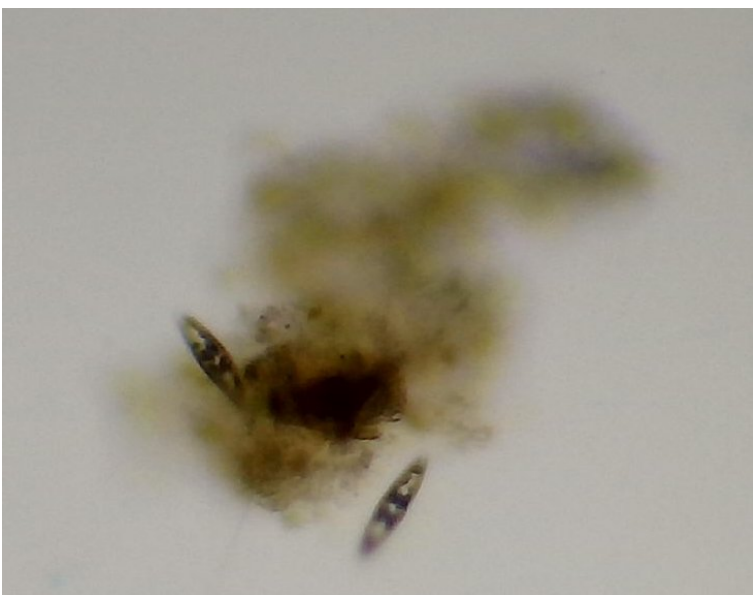
Staurastrum cingulum var. *obestum* G.M. Smith.

CHAROPHYTA



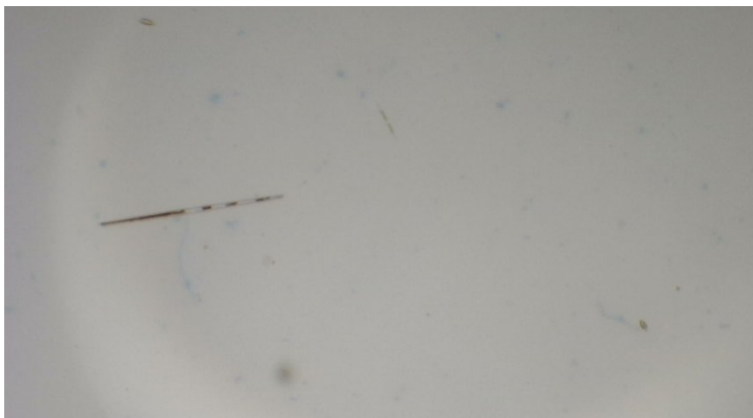
Achnanthes hungarica (Grun.) Grun.

BACILLARIOPHYTA



Synedra acus Kutz

BACILLARIOPHYTA

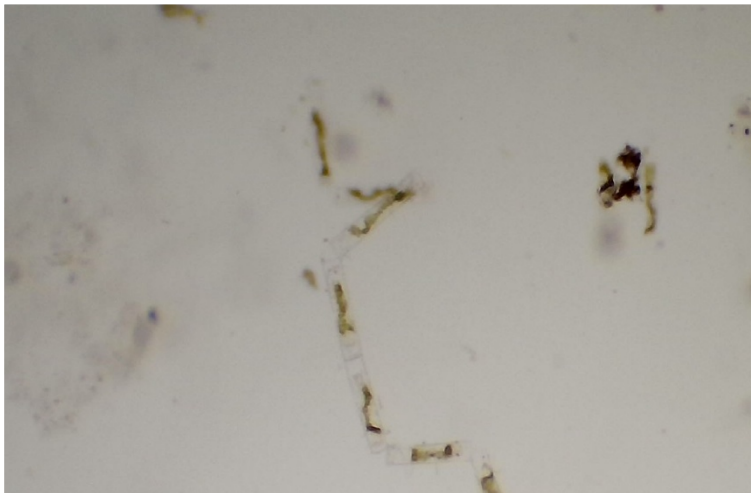


Cymbella lanceolata (Ehr.) Kirch

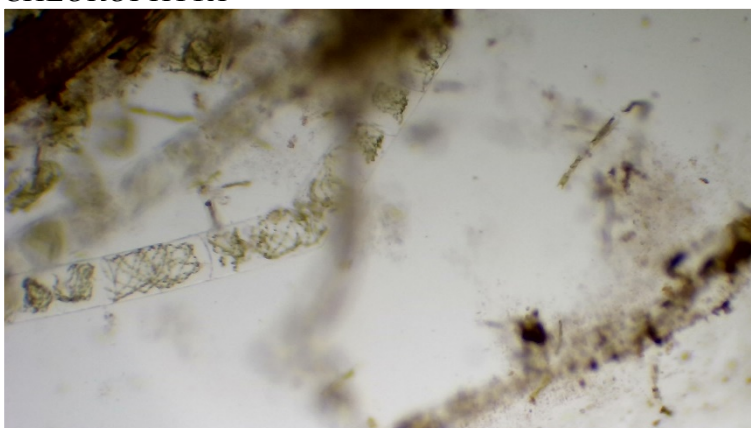
BACILLARIOPHYTA



Mougeotia genuflexa
CHLOROPHYTA



Spirogyra
CHLOROPHYTA



Closterium aciculare
CHLOROPHYTA



Gomphonema angustatum Ag. var *angustatum*
BACILLARIOPHYTA



Gomphonema acuminatum Ag. Var *acuminatum*
BACILLARIOPHYTA



Anabaena
CHLOROPHYTA



Euglena acus Ehr
EUGLENOPHYTA



Phacus longicauda
EUGLENOPHYTA



Pediastrum duplex Meyen var. *Duplex*
CHLOROPHYTA



Pediastrum boryanum
CHLOROPHYTA



Scenedesmus quadricauda Breb.
CHLOROPHYTA



Cosmarium subtumidum
CHLOROPHYTA



Synechocystis
BACILLARIOPHYTA



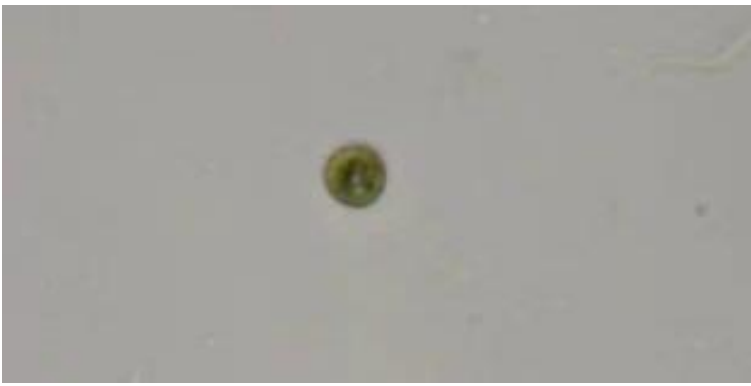
Diatoma vulgare Bory var. *vulgare*
BACILLARIOPHYTA



Ankinastrum aciculare Playf
CHLOROPHYTA



Chlamydomonas pertyi Gorosch
EUGLENOPHYTA



Некоторые наиболее распространенных видов водорослей

(Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. Под ред. Т.Я. Ашихминой)

Полисапробные водоросли:

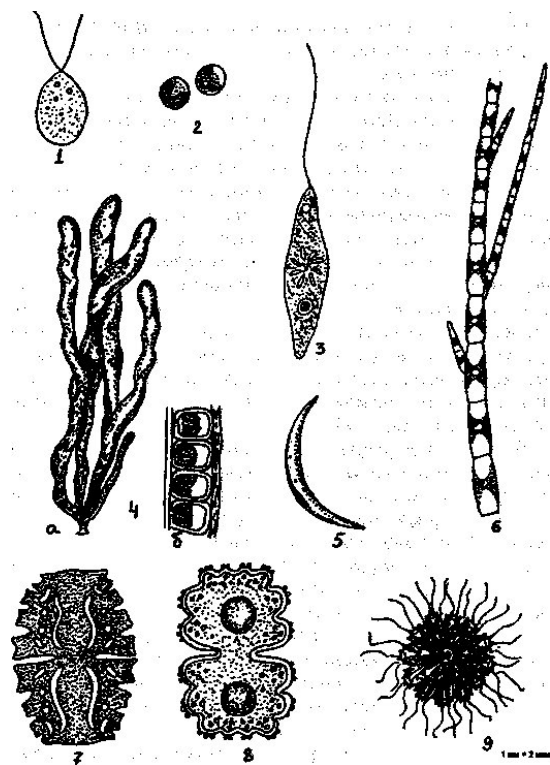
- 1 — политома,
- 2 — хлорелла,
- 3 — эвглена зеленая

Альфа-мезосапробные:

- 4 — энтороморфа (кишечница),
- 5 — монорафидиум,
- 6 — стигеоклониум тонкий

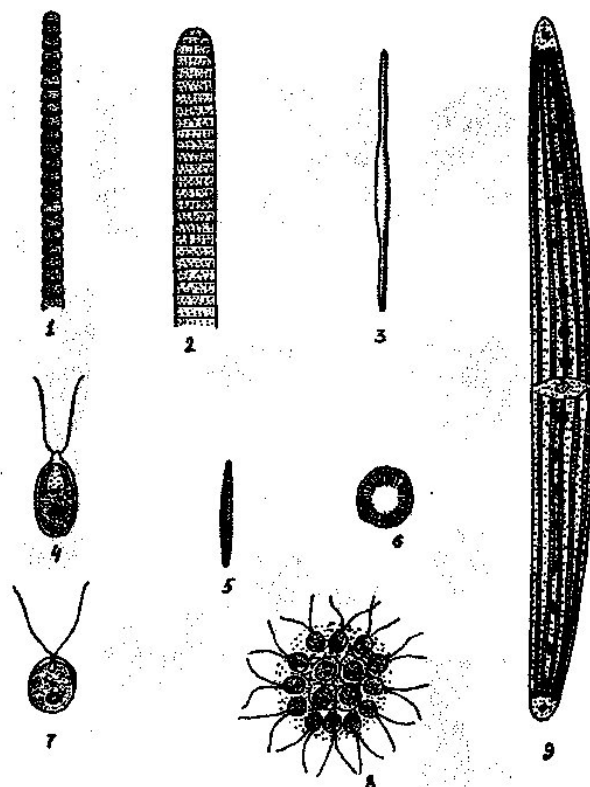
Олигосапробные:

- 7 — микростерияс,
- 8 — космариум,
- 9 — синура



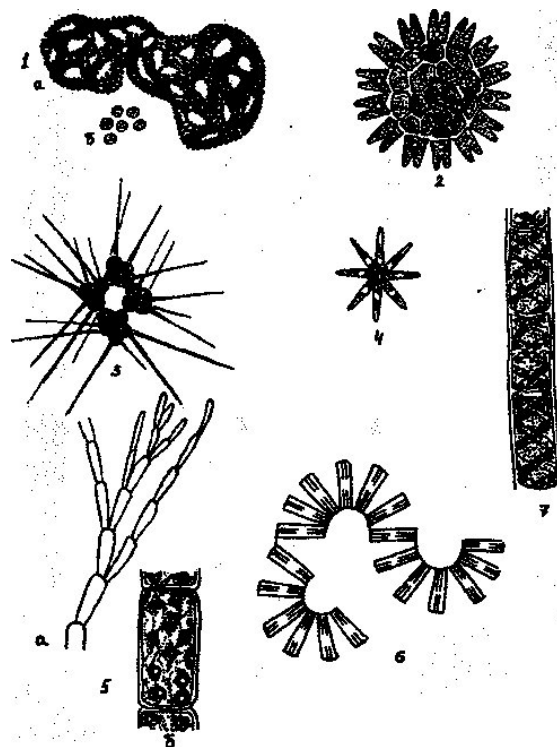
Альфа-мезосапробные водоросли:

- 1 — осциллятория короткая,
- 2 — осциллятория выдающаяся,
- 3 — нитцшия игловидная, 4 — хламидомонас,
- 5 — нитцшия пленочная,
- 6 — циклотелламенегини,
- 7 — хламидомонас атактогамный,
- 8 — гониум пекторальный,
- 9 — кластериум игольчатый



Бета-мезосапробные водоросли:

- 1— микроцистис синеваато-зеленый,
- 2— педиастриум,
- 3— микратиниум,
- 4— актинаструм,
- 5а — кладофора (общий вид),
- 5б — кладофора — одна клетка,
- 6—табелария,
- 7— спирогира



Бета-мезосапробные водоросли:

- 1 — мелозира зернистая,
- 2—мелозира итальянская,
- 3—диатома обыкновенная,
- 4— фагилария,
- 5— синедра игольчатая,
- 6— астерионелла стройная,
- 7— сценедесмус четыреххвостый

