

Название проекта:

Определение численности токсичных
водорослей в пробе воды из озера Иртяш

Автор: Гордиенко Анна Александровна 6А класс

Руководитель: Гаврилова Екатерина Викторовна

Содержание	
Введение.....	3
Литературный обзор.....	4
Материалы и методы.....	8
Результаты и обсуждение.....	11
Заключение.....	14
Использованная литература.....	15

Введение

Озеро Иртяш (питьевой водоем г. Озерска) цветет каждое лето и известно, что в нем развиваются токсичные виды цианобактерий. Вредоносность массового развития цианобактерий заключается в образовании большого числа опасных для здоровья людей и животных сильнодействующих токсинов, снижении качества воды, нарушении эстетического вида водоема, потере полезных для человека свойств водной экосистемы. Я раньше не знала, цветение воды может быть опасным, и чем оно вызвано. Точно также и многие люди не знают об этом.

Проблема: цветение воды может быть опасным для здоровья, а многие люди даже не знают об опасности цветения воды и о мерах предосторожности в этот период.

Цель: научиться определять численность токсичных видов цианобактерий в воде оз. Иртяш и провести в классе урок, посвященный цветению воды.

Гипотеза: в воде оз. Иртяш даже осенью присутствуют токсичные виды цианобактерий, но их численность не достигает опасного уровня

Планируемый продукт: урок в классе о цветении воды, памятка для одноклассников.

Задачи:

1. Взять пробу воды из озера Иртяш и подготовить к исследованию;
2. Научиться измерять размер клеток водорослей;
3. Определить основные виды водорослей и цианобактерий в пробе;
4. Подсчитать количество клеток фитопланктона в пробе.
5. Провести урок в классе и рассказать об опасности цветения воды и результатах моего исследования.

Объект исследования: оз. Иртяш

Предмет исследования: токсичные виды цианобактерий оз. Иртяш

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Характеристика объекта исследования

К системе Каслинско-Кыштымских озер, которые расположены в северной части Челябинской области, в бассейне реки Теча относится озеро Иртяш. Это типичные горные озера, которые вытянуты цепочкой вдоль восточного склона Вишневых, Потаниных, Граниных гор, переходящих в Ильменский хребет. Водосборной территорией для Каслинско-Кыштымских озер является этот горный район, общая площадь которого достигает 2 тыс. км².

Каслинские озера относятся к Восточно-Предгорному гидрологическому району сосново-лиственной подзоны по классификации И.А. Андреевой[1]. Характеризуются достаточным увлажнением, среднеустойчивым уровнем режимом. Преобладает испарительный водный баланс, степень проточности слабая, озера проточные или сточные. В озерах происходит два полных перемешивания в год. [1]. Оз. Иртяш нижнее в каскаде, то есть возможные загрязнения других озер Иртяшско-Каслинской системы могут сказаться на качестве воды оз. Иртяш. Иртяш напрямую соединен с озерами: Большая Нанюга, Большие Касли и Букоян. Озеро проточное, из него вытекает р. Теча (в настоящий момент левобережный канал). Однако, в последние годы естественный режим очень сильно изменен. С двух сторон озеро зарегулировано плотинами – приток из оз. Большие Касли и сброс в левобережный канал строго контролируется искусственно. Площадь, занимаемая этим озером, 61,80 км². Средняя глубина 8,7 м. Озеро используется как источник питьевой воды г. Озерска и воды для орошения садовых участков, а также как рыбохозяйственный водоем. Поэтому серьезной проблемой является сохранение и улучшение качества воды в озере.

Меня заинтересовало такое явление как цветение воды в водоёме. Его причины, влияние на качество воды, опасность.

1.2 Что такое цветение воды?

Цветение воды — природное явление, в основе которого лежит развитие водорослей, вызывающее изменение цвета воды. Цветение может произойти и в пресной, и в морской воде, но в основном наблюдается в пресных стоячих водах (пруды, бассейны, озёра). Оно возникает из-за нарушения экологического баланса и массового развития одного или нескольких видов водорослей, обитающих в водной толще или на дне. Окраска воде придаётся в связи с высокой концентрацией пигментированных клеток. Вода часто становится зелёного, но также может быть жёлто-коричневого или красного цвета, в зависимости от вида водорослей. Для успешного решения этой проблемы нужно определить возбудителя этого явления.

В уменьшенных масштабах "цветение" повышает биологическую продуктивность водоёма, т.к. водоросли выделяют в среду полезные

вещества. Однако, "гиперцветение" напротив ухудшает качество воды, вызывают замор гидробионтов и снижение выхода полезной биологической продукции, представляет угрозу для здоровье и жизни людей, вызывает болезни и массовую гибель животных, создают проблемы на водозаборных станциях.

Цветение воды имеет серьезные негативные последствия для экологического состояния водоёма и качества воды

Одной из причин цветения воды являются цианобактерии. Цианобактерии - это сине-зелёные водоросли, которым 3,5 - 3,8 млрд. лет . Они распространены не только в водной среде , но и в почвах, в обрастаниях камней. Цианобактерии способны жить при температуре больше 70⁰ С (горячие источники) и рН больше 9 .Существуют следующие виды цианобактерий: одноклеточные, нитчатые, колониальные, биоплёночные. Размножаются делением, почкованием, дроблением.

1.3 Вредоносные эффекты цветения воды для водоема

Заморы рыбы, гибель планктонных животных, образование поверхностной плёнки, экранирующей проникновение солнечной радиации. что приводит в свою очередь к световому голоданию эукариотических водорослей - конкурентов цианобактерий;

Массовое развитие цианобактерий изменяет окраску воды и придает ей специфический вкус, уменьшает прозрачность воды, ухудшает ее органолептические показатели;

В результате цветения накапливается на дне ил, а зимой он начинает разлагаться, потребляя на процесс гниения кислород.

В итоге, развивается токсификация всей водной экосистемы.

1.4 Опасность цветения для человека

Вызывают болезни человека и животных (впервые смертельные случаи были выявлены в 1793г. в Колумбии: капитан Георг Ванкувер заметил, что у индейских племён есть запрет на употребление в пищу моллюсков, когда цветёт вода; в 1878 г. вышла первая статья о гибели животных после употребления воды из цветущего водоёма; контакт с водой и поедание рыбы вызывали болезни, которые получали названия по месту их возникновения (гаффская, юксовско-сартланская болезнь); цветение воды влечет за собой заболевания кожи у купальщиков, болезни органов пищеварения у скота после водопоя. На сегодняшний день известно, что отрицательное влияние токсинов цианобактерий имеет значительно больший спектр действия. Доказано влияние токсинов на сердечно-сосудистую и иммунную системы, деятельность печени и других органов человека.

В нашей стране не так давно зарегистрирован случай отравления людей, связанного с цветением воды. Котокельское крупный промышленный водоем Бурятии – расположено в 2 км к востоку от Байкала. Летом 2008 г. на озере зарегистрирована массовая гибель рыб, водоплавающих птиц и домашних животных, отмечено 6 случаев отравлений человека, связанных с употреблением в пищу леща, выловленного в озере.



В настоящее время на озере действует запрет на употребление в пищу рыбы, купание и использование воды для бытовых и хозяйственных нужд (Рисунок 1).

Рисунок 1 – Информационный щит, установленный на берегу озера Котокель

1.6 Нормативы Всемирной организации здравоохранения

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) приняла нормативы концентрации цианобактерий в воде, представленные в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Нормативы ВОЗ по численности цианобактерий

Уровень опасности	Концентрация цианобактерий в воде, млн.кл./л	
	Использование воды в питьевых целях	Использование воды в рекреационных целях
Сигнальный уровень	0,2	0,2
Аварийный уровень 1	2	20
Аварийный уровень 2	100	100

Сигнальный уровень соответствует ранним стадиям развития цветения, когда цианобактерий впервые регистрируются в неконцентрированных пробах воды. При превышении сигнального уровня необходимо увеличить частоту забора проб воды до 1 раза в неделю, чтобы вовремя зарегистрировать возможные вспышки развития цианобактерий.

Аварийный уровень 1

Численность цианобактерий 2 млн.кл./л или 1 мкг/л хлорофилла а, при условии доминирования токсичных цианобактерий. Это пороговый уровень, при котором при условии развития видов цианобактерий, продуцирующих микроцистин, и высокого содержания микроцистина в клетках, концентрация последнего в воде может превысить предельно допустимую концентрацию,

установленную ВОЗ. При достижении этого уровня ВОЗ рекомендуется произвести оценку концентрации микроцистина в воде водоема и токсичности цианобактерий с использованием биотеста на мышах.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ при достижении 1 аварийного уровня необходимо провести оценку эффективности существующей системы очистки воды по отношению к данному уровню токсинов. Необходим постоянный мониторинг содержания цианотоксинов в воде водоема – не реже 1 раза в неделю.

Необходимо информировать ответственных лиц в правительственных органах и с организации, в результате деятельности которых люди подвергаются повышенному риску отравления цианотоксинами (например, больницы, где проводят процедуру гемодиализа).

Кроме того, необходимо информировать также и население о ситуации в водоеме и настоятельно рекомендовать использование бытовых фильтров для воды, содержащих активированный уголь или бутылированную воду.

Аварийный уровень 2 Численность клеток цианобактерий 100 млн. клеток в литре или содержание хлорофилла *a* 50 мкг/л, при условии регистрации токсинов по данным химического анализа и биотестов. Аварийный уровень 2 характеризует устойчивое и токсичное цветение. В этих условиях значительно повышается риск возникновения неблагоприятных эффектов на здоровье населения, в случае неэффективной очистки воды даже при кратковременном воздействии.

По рекомендации ВОЗ в случае неэффективности существующих систем очистки воды при достижении аварийного уровня 2 необходимо переключиться на альтернативный план водоснабжения, предусмотренный на случай чрезвычайных ситуаций. Это может быть использование другого источника питьевого водоснабжения, подключение дополнительных систем очистки воды, либо организация доставки и обеспечения населения безопасной водой – в цистернах или мелкой таре. [2]

В исследованиях по Шершневному водохранилищу был определен порог численности клеток *Planktothrix agardhii*, при превышении которого наиболее вероятно увеличение концентрации микроцистина в воде выше 1 мкг/л (норматив ВОЗ). Этот порог составил 19 млн.кл/л [3]. Такой же порог был установлен в водоемах города Казани для рода *Microcystis* - 21 млн.кл/л [4]

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Отбор проб воды и пробоподготовка

Пробу воды отобрали на озерских водоочистных сооружениях до очистки 3.10.2016. Пробу сгущали на мембранных фильтрах. Пользовались фильтрационным аппаратом. Через воронку наливали 250-500 мл воды. В колбе Бунзена создавался вакуум, чтобы процесс проходил быстрее. Вся вода проходила через мембранный фильтр МФАС-ОС2 с диаметром пор 0.45 мкм [5].



После того как вода профильтровалась, мы доставали фильтр и счищали с него водоросли с помощью кисточки и 2 мл воды (точно отмеряли дозатором). Пробу фиксировали фиксатором на основе раствора Люголя.

2.3 Анализ численности клеток водорослей

Анализ численности клеток проводили в камере Горяева: считали количество клеток и определяли виды по определителям [6]. Использовали микроскоп Альтами 138Т. Для измерения размеров клеток использовали окуляр с линейкой, откалиброванный по объект-микрометру. Оценивали численность обнаруженных видов водорослей и цианобактерий методом прямого счета

2.4 Сценарий урока «Цветение воды»

- Ребята, сегодня мы поговорим с вами о цветении воды. Меня заинтересовала эта тема, т.к. наш питьевой водоем - озеро Иртяш цветет каждое лето и как я узнала - в нем развиваются токсичные виды водорослей, а точнее - цианобактерий.

Цветение воды — природное явление, в основе которого лежит развитие водорослей, вызывающее изменение цвета воды. Цветение может произойти и в пресной, и в морской воде, но в основном наблюдается в пресных стоячих водах (пруды, бассейны, озёра). Оно возникает из-за нарушения экологического баланса при загрязнении водоема органическими веществами.

При цветении происходит взрыв численности одного или нескольких видов водорослей, обитающих в водной толще или на дне.

Небольшое "цветение" повышает биологическую продуктивность водоёма, т.к. водоросли выделяют в среду полезные вещества, становятся пищей для рачков и рыб. Однако, "гиперцветение" напротив, ухудшает качество воды. И сейчас мы с вами попробуем разобраться почему это происходит.

Одной из причин цветения являются цианобактерии. Цианобактерии - это сине-зелёные водоросли, которым 3,5 - 3,8 млрд. лет. При загрязнении водоема органическими веществами – например, удобрениями с полей и садовых участков или сточными водами – происходит взрыв численности именно цианобактерий. При этом вы можете наблюдать на воде сине-зеленые пленки, сгустки или взвесь сине-зеленых шариков в воде. Сначала они размножаются, а потом начинают отмирать и при этом выделяются токсины и снижается содержание кислорода в воде, т.к. кислород тратится на процессы гниения.

Из-за этого происходит гибель рыбы, особенно мальков, чувствительных к недостатку кислорода. Кроме того, у рачков забиваются фильтрационные аппараты, и часть их тоже погибает.

Гибель рыбы может происходить как летом, так и зимой из-за того, что в результате цветения накапливается на дне ил, а зимой он начинает разлагаться, потребляя на процесс гниения кислород. Это явление мы каждый год наблюдаем в Большой Наноге.

Что более всего неприятно для нас при цветении происходит ухудшение качества воды. И полбеда еще, что появляется посторонний цвет и запах, и купаться становится неприятно.

Оказывается, цианобактерии еще и выделяют токсины, которые опасны для человека при попадании с питьевой водой, при купании, да еще и могут накапливаться в рыбе.

Летом 2008 г. на озере Котокель, которое находится рядом с Байкалом, зарегистрирована массовая гибель рыб, водоплавающих птиц и домашних кошек, отмечено 21 случай отравлений человека, связанных с употреблением в пищу леща, выловленного в озере.

Кроме того, цветение создает проблемы на водозаборных станциях.

Цветение воды влечет за собой заболевания кожи у купальщиков, болезни органов пищеварения у скота после водопоя. На сегодняшний день известно, что отрицательное влияние токсинов цианобактерий имеет значительно больший спектр действия. Доказано влияние токсинов на сердечно-

сосудистую и иммунную системы, деятельность печени и других органов человека.

Таким образом, купаться и потреблять рыбу из сильно цветущего водоема – не рекомендуется, а питьевую воду лучше дополнительно очищать на фильтрах с активированным углем.

Но чтобы вовремя принять меры, нужно проводить мониторинг численности водорослей в водоеме.

Я решила освоить эту методику научиться определять численность токсичных цианобактерий в пробе воды озера Иртяш. Но для этого должна была научиться определять виды, считать их количество.

Пробу воды отобрали на озерских водоочистных сооружениях до очистки 3.октября 2016. Пробу сгущали на мембранных фильтрах. Пользовались фильтрационным аппаратом. Через воронку наливали 250-500 мл воды. В колбе Бунзена создавался вакуум, чтобы процесс проходил быстрее. Вся вода проходила через мембранный фильтр с диаметром пор 0.45 мкм.

После того как вода профильтровалась, мы доставали фильтр и счищали с него водоросли с помощью кисточки и 2 мл воды (точно отмеряли дозатором). Пробу фиксировали фиксатором на основе раствора Люголя.

Я считала виды в камере Горяева. И обнаружила следующие виды. Их численность в одном литре вы можете увидеть на слайде.

В пробе я увидела три вида токсичных водорослей: *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk. *Planktothrix agardhii*

Затем я сравнила общую численность потенциально токсичных видов цианобактерий с Рекомендацией Всемирной организации здравоохранения и получается, что купаться можно, а при потреблении питьевой воды надо проверить качество очистки от клеток водорослей.

Но есть и полезные цианобактерии: питающиеся нефтью, так же их используют при синтезе золотых, серебряных и платиновых наночастиц; источника белка и витаминов, стимулируют остеогинез, замедляют рост кровеносных сосудов, питающих опухоли, вызывают гибель комаров.

Запомните купание в водоёме, который цветёт и употребление из него рыбы может быть опасным!!

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Потенциально токсичные виды цианобактерий оз. Иртяш

В пробах обнаружены 3 вида потенциально токсичных цианобактерий: *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. (Рисунок 1), *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk., *Planktothrix agardhii* Kom. et Anagn.



Рисунок 1 – *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.

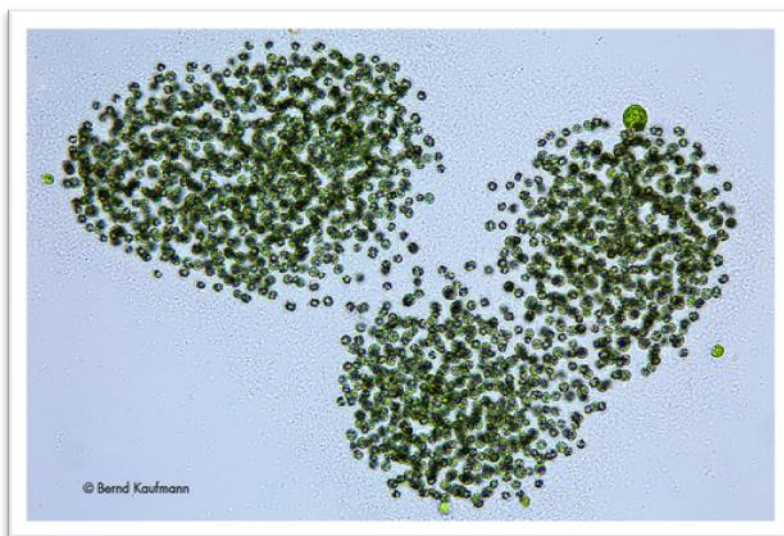


Рисунок 2 - *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk.

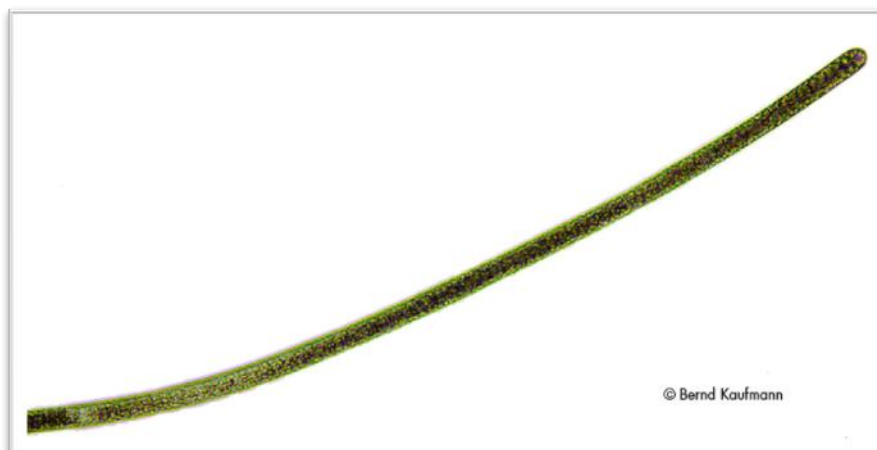


Рисунок 3 - *Planktothrix agardhii* Kom. et Anagn

3.2 Численность фитопланктона в пробе воды

Мы обнаружили в пробе воды водоросли из отделов Cyanophyta (цианобактерии), Chlorophyta (зеленые водоросли) и Bacillariophyta (диатомовые). Наиболее многочисленным был отдел цианобактерий (общая численность 31,8 млн.кл/л.). Численность отдела Chlorophyta составила 1,5 млн. кл/л, а отдела Bacillariophyta 0,6 млн. кл/л. Я обнаружила 6 видов из отдела Cyanophyta, 2 вида из отдела Bacillariophyta, 12 видов из отдела Chlorophyta

Таблица 2 – Численность водорослей разных видов в пробе воды оз. Иртяш 3.10.2016

Cyanophyta	31796
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs.	631
Snowella lacustris (Chod.) Kom. et Hind.	178
Planktolyngbya limnetica Lemm.	26489
Microcystis aeruginosa Kütz.emend Elenk.	107
Planktothrix agardhii Kom. et Anagnostidis	4187
Snowella litoralis (Häyrén) Komárek & Hindák	204
Bacillariophyta	622
Fragilaria crotonensis Kitt.	71
Cyclotella sp.	551
Chlorophyta	1511
Aktinastrum hantschii Lagerh.	36
Chlorella vulgaris	898
Coelastrum microporum Nägeli.	9
Crucigenia fenestrata Schmidle.	62
Crucigenia quadrata Morren.	80
Dictyosphaerium ehrenbergianum Näg.	27
Dictyosphaerium pulchellum H. Wood	124
Elakotothrix genevensis (Reverd.) Hind.	53
Pediastrum duplex Meyen	178
Schroederia setigera (Schröd.) Lemm.	18
Staurastrum gracile Ralfs.	9
Tetraedron minimum (A. Br.) Hansgirg	18

3.3 Оценка опасности развития цветения

Однако, из них 21 млн. составляли цианобактерии нетоксичного вида *Planktolyngbya limnetica* Lemm. Общая численность потенциально токсичных видов цианобактерий составила 4,925 млн. кл/л

При сравнении с ВОЗ получается, что численность клеток более 2 млн.кл./л, а значит купаться можно, но при потреблении питьевой воды надо проверить качество очистки от клеток водорослей. Необходимо провести оценку эффективности существующей системы очистки воды по отношению к данному уровню токсинов. В случае, если в питьевой воде численность токсичных цианобактерий будет более 2 млн. кл/л – необходимо фильтровать воду дополнительно в домашних условиях, используя фильтры с активированным углем.

3.4 Проведение урока "Цветение воды" в классе

Рассказала одноклассникам об опасности цветения водоёма. Чем оно вызвано и какие последствия для человека. Предложила ребятам выполнить задание по усвоению материала. (Рисунок 2)Раздала памятки.

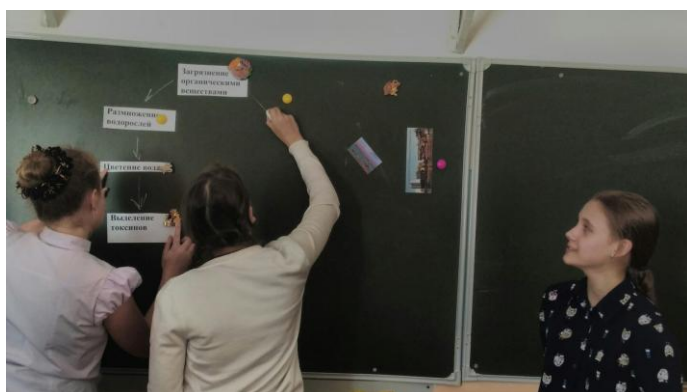


Рисунок 2 - проведение урока в классе

Памятка

1. Если вы видите в воде сине-зелёные разводы и взвесь водорослей в виде мелких шариков, снопиков, значит водоём цветёт.
2. Во время цветения воды лучше не купаться.
3. Не ловите рыбу в активно цветущем водоёме.
4. Если вода из-под крана во время цветения водоема начинает неприятно пахнуть используйте фильтр кувшин с активированным углем для доочистки воды



Выводы:

1. Я научилась измерять размер клеток водорослей.
2. Определила основные виды водорослей и цианобактерий в пробе, им оказались водоросли из следующих отделов: Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta
3. В пробе оказалось приблизительно 34 млн. кл./л
4. Провела урок в классе и рассказала об опасности цветения воды и результатах моего исследования. Создала памятку для ребят.

Заключение

Цианобактерии вызывают цветение, которое плохо влияет на экосистему водоёма. Однако есть и полезные цианобактерии: питающиеся нефтью, так же их используют при синтезе золотых, серебряных и платиновых наночастиц; источника белка и витаминов, стимулируют остеогинез, замедляют рост кровеносных сосудов, питающих опухоли, вызывают гибель комаров.

Добавить, что проект дал тебе лично, какие трудности, что самое интересное,

Благодаря проекту я познакомилась с таким явлением, как цветение воды. Узнала чем оно вызвано и какую опасность несёт для человека. Освоила методику подсчета водорослей в камере Горяева.

Для меня наиболее трудным был подсчёт количества водорослей, так как было очень много видов, на подсчёт которых ушло большое количество времени.

А самым интересным моментом в работе было определение видов водорослей и зарисовка их.

Использованная литература:

1. Андреева, И.А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск, 1973. 250 с.
2. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management, WHO, 1999. – 400 p.
3. Гаврилова Е.В. Видовой состав, динамика численности и токсичность цианобактерий Шершневого водохранилища Челябинской области. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2009. 20 с.
4. Степанова В.М. Структура и токсичность цианобактерий в рекреационных зонах водоемов Казанского региона//Вода: химия и экология, № 11. - 2012 год, стр. 67-72.
5. Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Под ред. В.А.Абакумова. СПб. Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.
6. Белякова Р.Н, Волошко Л.Н., Гаврилова О.В., Гогорев Р.М. и др. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России, 2006.