

ООО НПО "Альгобиотехнология"

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

В.Т. ЛУХТАНОВ

«4» декабря 2015 г.



ОТЧЁТ

по договору № 02/02-03 от 02.02.2015

за второй год проведения биологической реабилитации

Большого Васильевского озера методом коррекции альгоценоза

(Ставропольский район Самарской области)

Воронеж, декабрь 2015г.

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА:

ООО НПО «Альгобиотехнология»

Российская Федерация, 394006, г. Воронеж, ул. Свободы, 75

тел. +7 (473) 202-25-42 www.algobiotechnologia.com

abt-vrn@yandex.ru

<http://vk.com/algobio>

<http://www.facebook.com/abt.vrn>

<https://twitter.com/algobiotechnolog>

ИСПОЛНИТЕЛИ РАБОТ

Руководитель работ, Генеральный директор	Лухтанов В. Т.
Технический директор	Кравченко С. Ф.
Директор по науке, к.г.н	Кульнев В. В.
Заведующий производством	Брычаева И. Н.
Гидробиолог	Киреева Н. В.
Нормоконтроль	Мухина Т.Ф.
Операторы установок	Балабаева Т. П., Кравченко Ю.И., Палагина Н.И.

Некоторые эколого-гидрохимические работы выполнены в воронежском филиале ФБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Центральному федеральному округу»;

Российская Федерация, 394049, г.Воронеж, Рабочий проспект, 101б;

тел: +7 (473) 239-67-32; +7 (473) 239-23-44

Некоторые эколого-гидробиологические работы выполнены под руководством доктора географических наук, профессора факультета географии, геоэкологии и туризма ФГ БОУ ВПО «Воронежский государственный университет» Анциферовой Г. А.;

Российская Федерация, 394006, г. Воронеж, Университетская пл. 1

Тел +7 (950) 756-72-40

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	7
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	11
2.1. Характеристика штамма <i>Chlorella vulgaris</i> ИФР № С-111.....	11
2.2. Методы исследований.....	13
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	17
3.1 Анализ гидрохимических данных.....	17
3.2 Анализ состояния альгоценоза.....	28
3.3 Используемая литература	68
СПИСОК БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ И ВЭБ-ИСТОЧНИКОВ.....	71

4. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Аттестат аккредитации отдела аналитических исследований Филиала Центра лабораторных анализов и технических измерений по Воронежской области ФБУ «ЦЛАТИ по ЦФО».

Приложение 2. Область аккредитации отдела аналитических исследований Филиала Центра лабораторных анализов и технических измерений по Воронежской области ФБУ «ЦЛАТИ по ЦФО».

Приложение 3. Акты выпуска водных биологических ресурсов, составленные в соответствии с Федеральным законом «Об аквакультуре» №148 ФЗ от 02.06. 2013 г.

Приложение 4. Протоколы результатов анализа проб природной воды, проведенных в отделе аналитических исследований Филиала Центра лабораторных анализов и технических измерений по Воронежской области ФБУ «ЦЛАТИ по ЦФО».

.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время неблагоприятное экологическое состояние характерно для большинства водных объектов, расположенных на территории Российской Федерации. В значительной мере это касается природно-техногенных объектов водохозяйственного значения, находящихся в непосредственной близости к источникам антропогенного влияния.

Васильевские озёра расположены в зоне активного влияния Северного промышленного узла города Тольятти, куда входят предприятия по производству синтетического каучука, азотных и фосфорных удобрений, завод цементного машиностроения и Тольяттинская ТЭЦ, а также в зоне действия садово-дачных кооперативов, активно поставляющих в водоёмы биогенные элементы [4].

Большое Васильевское озеро расположено на территории Ставропольского административного района Самарской области, вблизи г. Тольятти, и входит в систему Васильевских озёр. Его площадь составляет 97 гектар.

Большое Васильевское озеро является самым техногенно нагруженным водоемом из системы Васильевских озёр. Это положение доказывается тем, что помимо упомянутых источников воздействия, характерных и для всех остальных Васильевских озёр – Большое Васильевское озеро является, по сути, водоемом-приемщиком недоочищенных сточных вод очистных сооружений Автозаводского района г. Тольятти (подземный сток), и фекальных вод селитебной зоны, не оборудованной центральной канализацией (д. Васильевка).

По словам жителей д. Васильевка в течение многих лет, в летний период от озера исходил такой неприятный запах, что о купании, или об отдыхе на его берегах не приходилось даже мечтать.

В 2014 году НПО «Альгобиотехнология» при финансовой поддержке тольяттинского городского общественного движения содействия реализации

гражданских инициатив «Я+Тольятти» запустило четырехлетний проект по биологической реабилитации Большого Васильевского озера методом коррекции альгоценоза.

Предметом исследования является изменение экологического состояния данного водного объекта.

Целью данной работы является применение способа биологической реабилитации водоёмов за счет альголизации штаммом *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 и оценка экологического состояния водного объекта по гидрохимическим и гидробиологическим данным в сезонном аспекте.

Задачами работы являются:

- поиск архивной информации об объекте исследования;
- отбор гидрохимических и гидробиологических проб в полевых условиях;
- камеральная обработка полученной информации.

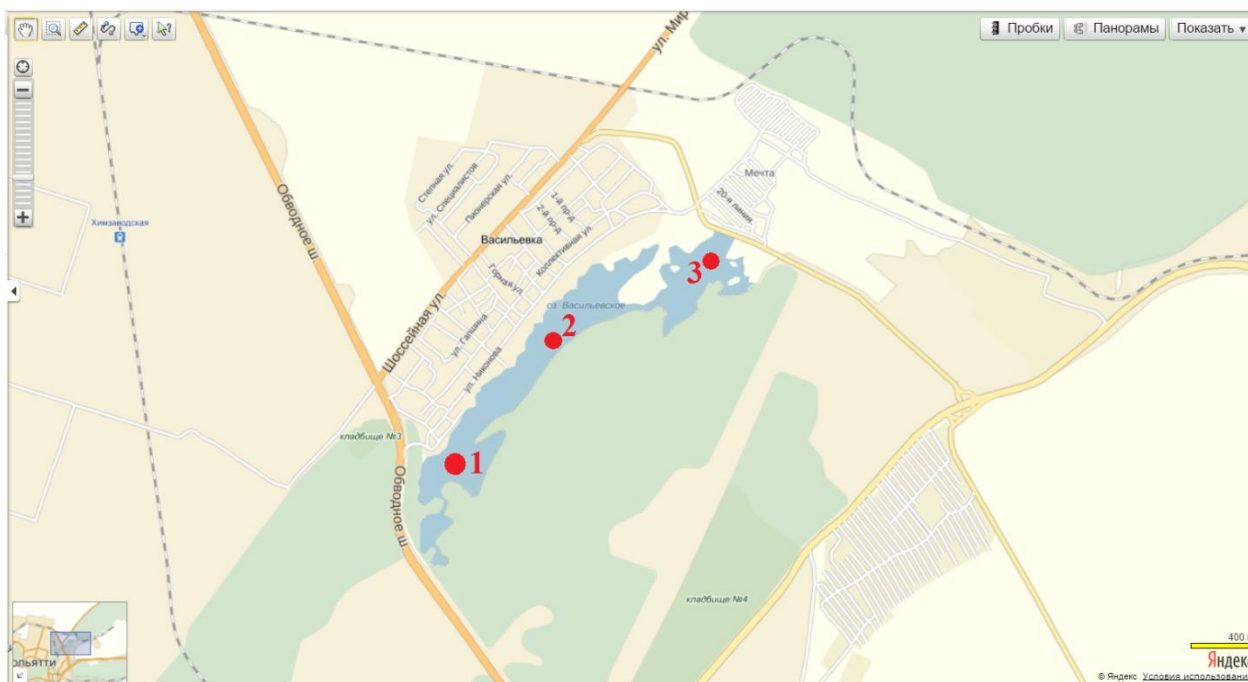


Рис.1. – точки альголизации и отбора проб на Большом Васильевском озере

Нижеследующий отчёт о проделанных работах составлен на 71 странице, содержит 22 рисунка, 23 таблицы. Общий список используемых библиографических и веб-источников включает 20 наименований.

Ключевые слова: альголизация, аквакультура, поллютанты, микроводоросли, суспензия хлореллы, фитопланктон, сапробность, синезеленые водоросли, тилипия.

1. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Самарская область расположена почти в центре Европейской части России (площадь 53,6 тыс.кв.км.) на левом и правом берегах в среднем течении Волги. Реки Волга и Самара делят её по рельефу на три части - Правобережье, Север и Юг левобережья. Правобережье занято Приволжской возвышенностью и Жигулевскими горами, пересеченными оврагами, балками и речными долинами. Значительную часть в Жигулях и на Самарской Луке занимают карстовые формы рельефа, представляющие собой глубокие воронки и провалы.



Рис. 2 – расположение Васильевского озера на гидрологической карте Самарской области

Левобережье области или Заволжье, занимающее 90% площади, низменный район, полого поднимающийся на Востоке. Река Самара делит левобережье на две части (Северную и Южную). Север Левобережья в свою очередь делится рекой Кондурчой на расположенную вдоль Волги плоскую равнину низкого Заволжья на западе и высокого Заволжья на востоке.

Максимальная высота его в отрогах Бугульминско-Белебеевской возвышенности - 317 метров над уровнем моря. По правым берегам рек Сок и Кондурча проходят Сокские горы и Кинельские горы.

Юг Левобережья имеет сыртовый полого-волнистый (долинобалочный) тип рельефа. На юго-востоке в пределы области заходят отроги возвышенности общего сырта.

Самарская область имеет богатые плодородные почвы (73% почвенного покрова области). Но анализ качественного состояния земель сельскохозяйственного назначения в последние годы показывает устойчивую тенденцию активной деградации почвенного покрова, отражающуюся на продуктивности земель и вызывающую расширение проблемных и кризисных экологических ситуаций.

Климат области характеризуется как умеренно континентальный. Многолетняя среднегодовая температура +4,20 С. Средние многолетние зимы -9,0 С, среднегодовые лета +13,60 С. Среднегодовая норма солнечных дней - 2113 часов (285 дней). Среднегодовая норма осадков - 400 мм. Время начала ледостава рек – ноябрь, декабрь.

Время вскрытия рек – начало апреля. Продолжительность снежного покрова - 143 дня. Заморозки возможны до середины мая, осадков мало, бывают засухи.

Характерной особенностью ветрового режима является преобладание в холодное время года юго-западных и южных ветров, в теплое – западных и северо-западных. Наиболее сильные ветры бывают южного направления. Средняя годовая скорость ветра составляет 3,2 – 4,4 м/с. В степной зоне

области в холодное время года отмечаются ветры скоростью до 30-40 м/с. Отмечаются такие погодные аномалии, как смерчи.

Неблагоприятное состояние окружающей среды обусловлено концентрацией предприятий экологоемких отраслей: химической, нефтехимической, топливной, машиностроительной промышленности, высокой плотностью населения, нарушением природных ландшафтов, отсутствием территорий, не затронутых хозяйственной деятельностью.

Кризисная экологическая ситуация в области является следствием размещения производительных сил без учета экологического фактора.

Уровень загрязнения воздушного бассейна в крупных городах по ряду ингредиентов в 1.1 – 2.5 раза превышает средний по России.

Вода Куйбышевского и Саратовского водохранилищ оценивается как «умеренно загрязнённая» III класса. Объем сточных вод сброшенных в поверхностные водоемы составляет до 830.36 млн. м.куб.

Общая площадь лесного фонда Самарской области – 674,8 тыс.га, в том числе покрытая лесами – 680 тыс. га, из них лесных культур – 76,1 тыс.га, лесистость – 12,8%. Леса, выполняющие преимущественно водоохранные функции – 12 %, защитные функции – 52%, санитарно-гигиенические функции (оздоровительные) – 36%, национальные парки и памятники природы – 13%. Северная и Западная часть области: основные породы деревьев – дуб- 26%, осина – 18%, липа – 23%, сосна - 13%, береза – 8%.

Южная часть области в основном степная с отдельными лиственными рощами. Растительность – степное разнотравье. Высота деревьев в лесах – 14-27 м, толщина – 0,18 – 0,30 м. Много просек, которые периодически расчищаются, кроны деревьев сомкнуты.

Растительный облик области формируют сообщества: широколиственных, сосновых и барачных лесов; луговых, разнотравно-ковыльных, типчаково-ковыльных степей; нагорных перовидных и кустарниковых степей; лугов и болот.

На территории области имеются лесхозы: Безенчукский, Б. Глушицей, Кашлинский, Киннельский, Клявлинский, Красноярский, Нефтегорский, Ново-Буянский, Похвистневский, Рачеевский, Самарский, Сергиевский, Ставропольский, Шенталинский. Жигулевский Государственный заповедник; - Государственный природный национальный парк «Самарская Лука»;- Бузулукский Бор.

В области сосредоточены большие запасы воды, в первую очередь это бассейн реки Волги с притоками, Куйбышевское и Саратовское водохранилища.

Развитая речная сеть с преимущественным направлением течения на юг и юго-запад. Основные реки – Волга, Самара, Сок, Большой и Малый Кинель, Кондурча, Уса, Чапаевка, Большой Иргиз, шириной 8-60 метров и глубиной до 4 метров.

В области по всей территории, кроме северной части, большая сеть озер и прудов, общей площадью 268 км². Весеннее половодье длится 15-20 дней. Наименьший уровень воды приходится на конец августа, начало сентября.

На территории области разведано 27 месторождений пресных подземных вод в количестве 2823,88 тыс.куб.м. в сутки. В настоящее время эксплуатируется 22%.

Водоснабжение крупных городов (Самара, Тольятти, Отрадный, Кинель, Жигулевск и Нефтегорск) **осуществляется из поверхностных вод.** Города Новокуйбышевск, Чапаевск, Сызрань и Похвистнево при водоснабжении из подземных источников испытывают дефицит качественной питьевой воды.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111

Исходным материалом для проведения альголизации водоёма является суспензия хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, произведённая на производственной базе ООО НПО «Альгобиотехнология» по ТУ 9291-003-12001826-05.

Штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 выделен из образцов воды Нурекского водохранилища (Таджикистан) в 1977 году. Для этого были изучены микроводоросли Нурекского водохранилища, где среди фитопланктона была обнаружена *Chlorella vulgaris*. Определение вида проводилось по В.М. Андреевой (1975).

Морфологические признаки. Молодые клетки - слабо эллипсоидные, размером от 1,5 до 2,0 мкм. Взрослые – шаровидные, на жидкой питательной среде 6-8 мкм в диаметре, на дно не осаждаются, стенки сосуда не обрастают. На элективной питательной среде на 7–10-й день на свету образуются круглые, гладкие и выпуклые колонии с ровными краями. Диаметр колоний 3-4 мм, окрашены в темно-зелёный цвет, размер клеток 5-8мкм (Рис.3). Хлоропласт широкопоясковидный, незамкнутый.



Рис. 3 – штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Увеличение 1000^x.

Физиологические признаки. Делится на 2-8, очень редко на 16 автоспор. Штамм – автотрофный, обладает способностью свободного парения и равномерного распределения в культуральной среде.

Выращивание штамма на воде Васильевского озера

Производство (культивирование) хлореллы осуществлено согласно техническим условиям из архивного материала в производственных условиях ООО НПО «Альгобиотехнология», и организовано с использованием последних достижений в биотехнологии, сертифицировано по ветеринарной безопасности и имеет всю необходимую разрешительную документацию.

Доставка суспензии к местам вселения

Доставка суспензии хлореллы плотностью $2,5 \times 10^9$ клеток в мл к местам вселения осуществлялась специализированным транспортом ООО НПО «Альгобиотехнология» в пластиковых ёмкостях. Сроки доставки от места производства до места назначения составляли не более суток, что обеспечивает сохранность функциональных качеств суспензии. Объем ежемесячного вселения

составлял 320 литров. Общий объем суспензии хлореллы выпущенной в Большое Васильевское озеро в 2015 году составил 2240 литров, а за 2 года 4480 литров.



Рис 4 – альголизация Васильевского озера

2.2 Методы исследования

В России огромное количество водоёмов самого разного назначения и пользования. Но многие из этих водоёмов в той или иной мере подвержены антропогенному загрязнению, что в последние десятилетия очень часто приводит к их «цветению» синезелеными водорослями. В результате ухудшается их санитарное состояние, и водоёмы становятся непригодными для питьевого водоснабжения городов и населённых пунктов. Многие водоёмы в летний период стало невозможным использовать для рекреации.

Серьёзность этой проблемы была осознана ещё в 50-х годах прошлого века и многие учёные стали разрабатывать отдельные вопросы, посвящённые загрязнению и самоочищению водоёмов, проблеме «цветения» водоёмов синезелеными водорослями, зарастанию их высшей водной растительностью.

В настоящее время все эти проблемы объединены в новое научное направление – биологическая реабилитация водоёмов.

Биологическая реабилитация – это восстановление экосистемы водоёма до естественного уровня и безопасного состояния для человека и окружающей среды.

Сущность биологической реабилитации заключается в комплексном решении проблем загрязнённых водоёмов, которые связаны с использованием приёмов с преимущественной ориентацией на биологические методы. Биологическая реабилитация водоёмов включает в себя действия, направленные на минимизацию содержания загрязняющих веществ, улучшение санитарного состояния водоёмов, предотвращение «цветения» синезеленых водорослей, использование свойств биологической мелиорации высшей водной растительности и, наконец, вылов рыбы и прочих биологических объектов. Причём, рыба рассматривается не как объект промыслового или любительского лова, а как компонент экосистемы, предназначенный для выноса из водоёма первичной продукции, которая трансформируется через пищевые звенья в рыбную продукцию.

Для ускорения процессов и повышения эффективности восстановления загрязнённой воды и был предложен способ биологической реабилитации водоёмов за счет их альголизации штаммом *Chlorella vulgaris* №С-111.

Несмотря на принимающиеся за последнее десятилетие меры по улучшению экологического состояния водоёмов, проблема «цветения» воды для водоёмов не только остаётся актуальной, но даже усугубляется.

Для решения этой проблемы нами предлагается биологический подход, который заключается в структурной перестройке фитопланктонного сообщества, в котором соотношение синезеленых и зелёных водорослей было бы в пользу последних.

Известно, что между зелёными и синезелеными водорослями в планктоне складываются антагонистические отношения. Поэтому преобладание в водоёме представителей зелёных водорослей предотвращает массовое развитие синезеленых водорослей, предохраняя водоём от «цветения».

Группой авторов из Института клеточного и внутриклеточного симбиоза Оренбургского научного центра Уральского отделения Российской академии наук было показано, что:

«Гидробиоценозы и, в частности, альгоценозы, являющиеся открытыми системами с эффектами самоорганизации, их многокомпонентность и сложная интеграция вписывается в концепцию ассоциативного симбиоза.

Одним из центральных аспектов проблемы ассоциативного симбиоза является управление или искусственное воссоздание микробиоценоза при микрoэкологических нарушениях. Решение этой проблемы позволит не только определить ряд теоретических позиций по раскрытию механизмов формирования микробиоценозов, но и достичь прогресса в прикладном аспекте. Так явление преобладания и массового развития синезеленых водорослей широко известно и наблюдается в периоды их «цветения», приводя к неблагоприятным изменениям качества вод.

Используя симбиотические особенности цианобактерий, можно предотвратить их массовое развитие. Предлагаются биотехнологии, основанные на конкуренции цианобактерий и водорослей за места обитания в водоеме [4].»

Показано, что, альголизация, т.е. обогащение водоемов зеленой водорослью хлореллой в весенний период предотвращает последующее развитие синезеленых водорослей.

Там же показано, что: «с позиций представленных нами данных (рисунок 5), демонстрирующих влияние компонентов ассоциативного симбиоза водорослевого сообщества на хозяина, можно объяснить результаты Н.И. Богданова, который подошел эмпирически к решению проблемы цветения водоемов путем усиления зеленых водорослей для восстановления структуры водорослевого сообщества. Это открывает перспективы для использования симбиотического подхода в экологической практике» [4].



Рис 5 — ассоциативно-симбионтные взаимоотношения сочленов водорослевого сообщества лентического водоема.

Для повышения роли зелёных водорослей в предотвращении «цветения» воды синезелеными водорослями предложено проведение альголизации водоёма штаммом *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111. Обладая планктонными свойствами, этот штамм проявляет выраженный антагонизм к синезеленым водорослям родов *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Oscillatoria* и *Microcystis*.

На сегодняшний день по шестилетнему циклу уже проведена биологическая реабилитация Нижнетагильского городского пруда. Продолжаются работы и на других водных объектах.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Анализ гидрохимических данных

Отбор гидрохимических проб ежемесячно осуществлялся сотрудниками ООО НПО «Альгобиотехнология» и, в течение суток пробы доставлялись в лабораторию Воронежского филиала ФБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Центральному федеральному округу». Пробы отбирались в трех географически привязанных точках (Таблица 1).

Табл. 1. – географическая привязка точек отбора проб

№п/п	Наименование точки отбора проб	Шифр	Географические координаты
1	Лодочная станция	В1	53 градуса 32 минуты 28 секунд северной широты и 49 градусов 31 минута 30 секунд восточной долготы
2	Середина озера	В2	53 градуса 32 минуты 87 секунд северной широты и 49 градусов 32 минуты 24 секунды восточной долготы
3	Пляж	В3	53 градуса 32 минуты 62 секунды северной широты и 49 градусов 31 минута 76 секунд восточной долготы

Результаты гидрохимических исследований сведены в таблицы 2 – 4.

Таблица 2 – результаты гидрохимического анализа. Точка 1 (апрель – сентябрь 2015 г).

Показатели	Значения показателей						ПДК ¹	Нормативные документы
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
	05.05	01.06	29.06	31.07	28.08	30.09		
Взвешенные вещества, мг/дм ³	8,4	6,0	6,6	8,3	9,2	7,2	10,75	ПНДФ 14.1:2.110-97
ХПК, мгО ₂ /дм ³	70,7	47,5	32,7	39,3	36,1	30,5	15	ПНДФ 14.1:2.100-97
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	5,66	4,62	3,38	4,04	3,52	2,98	2,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
Аммоний-ион, мг/дм ³	3,32	0,33	0,49	0,39	0,34	0,39	1,5	ПНДФ 14.1:2.1-95 МВИ 01.1:1.2.4.16-05
Нитрит-анион, мг/дм ³	0,577	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	5,0	ПНДФ 14.1:2.3-95
Нитрат-анион, мг/дм ³	5,96	0,8	0,1	0,56	3,20	1,47	45,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
Фосфаты, мг/дм ³	0,7	0,09	0,22	0,07	0,07	0,25	3,5	ГОСТ 18309-72 РД 52.24.382-2006
Железо общее, мг/дм ³	0,05	0,05	0,06	0,1	0,08	0,08	0,3	ПНДФ 14.1:2.50-96 ГОСТ Р 51309-99
Медь, мг/дм ³	0,0025	0,0015	0,0031	0,0022	0,002	0,004	Утратил силу	МУК 4.1.1504-03
Цинк, мг/дм ³	0,01	0,01	0,03	0,011	0,014	0,015	0,001	ПНД Ф 14.1:2:4.190-03
Марганец, мг/дм ³	0,02	0,008	0,02	0,007	0,02	0,135	0,1	МУК 4.1.1516-03
Водородный показатель (рН), ед	7,9	8,4	8,3	7,6	7,8	7,9	6,5 – 8,5	ФР.1.31.2005.01774
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,078	0,038	0,042	0,045	0,047	0,053	0,05	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
Растворенный кислород, мг/дм ³	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	Не менее 4,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97

¹ Значения ПДК указаны в соответствии с ГН 2.1.5.1315-03 от 15 июня 2003 года.

Таблица 3 – результаты гидрохимического анализа. Точка 2 (апрель – сентябрь 2015 г).

Показатели	Значения показателей						ПДК ²	Нормативные документы
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
	05.05	01.06	29.06	31.07	28.08	30.09		
Взвешенные вещества, мг/дм ³	7,9	5,6	6,7	8,2	9,1	7,0	10,75	ПНДФ 14.1:2.110-97
ХПК, мгО ₂ /дм ³	50,5	48,5	30,7	42,8	34,6	28,4	15	ПНДФ 14.1:2.100-97
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	5,09	4,52	3,72	4,18	3,36	2,84	2,0	ПНД Ф 14.1:2.3:4.123-97
Аммоний-ион, мг/дм ³	3,93	0,39	0,9	0,31	0,3	0,34	1,5	ПНДФ 14.1:2.1-95 МВИ 01.1:1.2.4.16-05
Нитрит-анион, мг/дм ³	0,474	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	5,0	ПНДФ 14.1:2.3-95
Нитрат-анион, мг/дм ³	7,78	0,55	0,64	0,55	2,78	1,53	45,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
Фосфаты, мг/дм ³	0,37	0,05	0,24	0,08	0,03	0,23	3,5	ГОСТ 18309-72 РД 52.24.382-2006
Железо общее, мг/дм ³	0,05	0,05	0,09	0,11	0,07	0,06	0,3	ПНДФ 14.1:2.50-96 ГОСТ Р 51309-99
Медь, мг/дм ³	0,002	0,002	0,0028	0,0024	0,0015	0,003	Утратил силу	МУК 4.1.1504-03
Цинк, мг/дм ³	0,012	0,008	0,024	0,017	0,002	0,018	0,001	ПНД Ф 14.1:2:4.190-03
Марганец, мг/дм ³	0,012	0,007	0,015	0,01	0,027	0,110	0,1	МУК 4.1.1516-03
Водородный показатель (рН), ед	8,0	7,9	8,3	8,1	7,8	8,3	6,5 – 8,5	ФР.1.31.2005.01774
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,054	0,042	0,039	0,041	0,042	0,06	0,05	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
Растворенный кислород, мг/дм ³	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	Не менее 4,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97

² Значения ПДК указаны в соответствии с ГН 2.1.5.1315-03 от 15 июня 2003 года.

Таблица 4 – результаты гидрохимического анализа. Точка 3 (апрель – сентябрь 2015 г).

Показатели	Значения показателей						ПДК ³	Нормативные документы
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
	05.05	01.06	29.06	31.07	28.08	30.09		
Взвешенные вещества, мг/дм ³	7,3	6,3	7,0	8,6	9,5	7,3	10,75	ПНДФ 14.1:2.110-97
ХПК, мгО ₂ /дм ³	76,7	60,4	31,7	44,3	35,4	28,1	15	ПНДФ 14.1:2.100-97
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	5,88	5,48	3,44	4,36	3,37	2,72	2,0	ПНД Ф 14.1:2.3:4.123-97
Аммоний-ион, мг/дм ³	1,47	0,38	0,98	0,18	0,28	0,31	1,5	ПНДФ 14.1:2.1-95 МВИ 01.1:1.2.4.16-05
Нитрит-анион, мг/дм ³	0,349	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	5,0	ПНДФ 14.1:2.3-95
Нитрат-анион, мг/дм ³	8,39	0,3	0,1	0,65	3,02	1,67	45,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
Фосфаты, мг/дм ³	0,14	0,13	0,26	0,07	0,16	0,29	3,5	ГОСТ 18309-72 РД 52.24.382-2006
Железо общее, мг/дм ³	0,05	0,05	0,07	0,11	0,09	0,05	0,3	ПНДФ 14.1:2.50-96 ГОСТ Р 51309-99
Медь, мг/дм ³	0,002	0,0018	0,0023	0,0020	0,0025	0,0003	Утратил силу	МУК 4.1.1504-03
Цинк, мг/дм ³	0,007	0,005	0,023	0,014	0,005	0,022	0,001	ПНД Ф 14.1:2.4.190-03
Марганец, мг/дм ³	0,015	0,006	0,012	0,005	0,005	0,07	0,1	МУК 4.1.1516-03
Водородный показатель (рН), ед	7,9	8,1	7,5	7,7	7,9	8,2	6,5 – 8,5	ФР.1.31.2005.01774
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,06	0,037	0,036	0,04	0,043	0,051	0,05	ПНД Ф 14.1:2.4.128-98
Растворенный кислород, мг/дм ³	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	Не менее 4,0	ПНД Ф 14.1:2.3:4.123-97

³ Значения ПДК указаны в соответствии с ГН 2.1.5.1315-03 от 15 июня 2003 года.

Из приведенных таблиц (2,3,4) видно, что приоритетными загрязняющими веществами являются:

а) биогенный компонент – аммонийный азот. Его содержание в течение вегетационного сезона не превышает ПДК, за исключением апреля месяца, в отличие от сходного периода прошлого года. Это свидетельствует о том, что состояние гидробиоценоза по причине проведения биологической реабилитации постепенно приходит в норму.

б) взвешенные вещества. По сравнению с прошлым годом содержание взвешенных веществ по-прежнему находится на довольно высоком уровне, но превышения ПДК не зафиксировано. Для снижения данного показателя рекомендуем провести работы по очистке дна от иловых отложений.

с) общее железо. Максимальные концентрации данного сидерофильного поллютанта отмечены в июле месяце. Известно, что повышение содержания железа в поверхностных водах является следствием природных процессов, изучение которых, в данном случае, является предметом специальных исследований;

д) ХПК и БПК₅. Повышенные значения таких важных показателей оценки качества воды как химическое и биохимическое потребление кислорода в весенний период обусловлены активным протеканием процессов окисления. На это же указывает сравнительно низкое содержание растворенного кислорода. Он расходуется на окисление биогенных и косных субстанций. В конце вегетационного периода значения указанных компонентов находятся на достаточно высоком уровне, обусловленном поступлением загрязненных подземных вод.

По сути, 2015 год можно считать вторым полноценным годом проведения биологической реабилитации, поскольку в 2013 году было проведено всего два вселения, и не было подледной альголизации. Это идет в разрез с методикой проведения данного вида работ. Поэтому сравнение результатов гидрохимических исследований будет целесообразным только при написании отчета за 2017 год. Сейчас мы можем проводить анализ только путем нормирования на величины ПДК. Для этого используем интегральный

показатель оценки качества вод по химическим показателям – индекс загрязнения воды.

Приведем таблицу 5, содержащую информацию о ранжировании качества воды Васильевского озера в течение вегетационного сезона на основе индекса загрязнения воды.

точка	В1			В2			В3		
2015	ИЗВ	класс	воды	ИЗВ	класс	воды	ИЗВ	класс	воды
апрель	1,3	3	УЗАГ	0,7	2	Ч	0,8	2	Ч
май	0,5	2	Ч	0,5	2	Ч	0,6	2	Ч
июнь	3,4	4	ЗАГ	0,5	2	Ч	0,4	2	Ч
июль	0,5	2	Ч	0,5	2	Ч	0,5	2	Ч
август	0,5	2	Ч	0,4	2	Ч	0,4	2	Ч
сентябрь	0,5	2	Ч	0,5	2	Ч	0,4	2	Ч
Условные обозначения									
класс	Значения ИЗВ		аббревиатура		воды				
1	до 0,2		ОЧ		очень чистые				
2	0,2-1,0		Ч		чистые				
3	1,0-2,0		УЗАГ		умеренно загрязненные				
4	2,0-4,0		ЗАГ		загрязненные				
5	4,0-6,0		Г		грязные				
6	6,0-10,0		ОГ		очень грязные				
7	>10,0		ЧГ		чрезвычайно грязные				

Для более наглядного отображения имеющейся ситуации приведем графики линейных зависимостей величины ИЗВ по трем точкам в течение периода наблюдений.

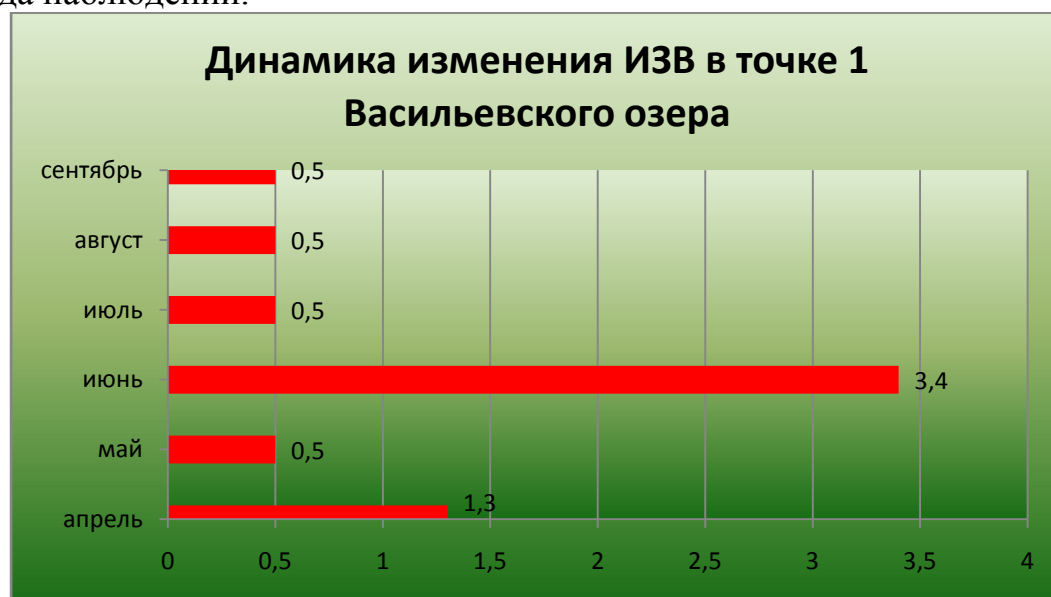


Рис. 6



Рис. 7

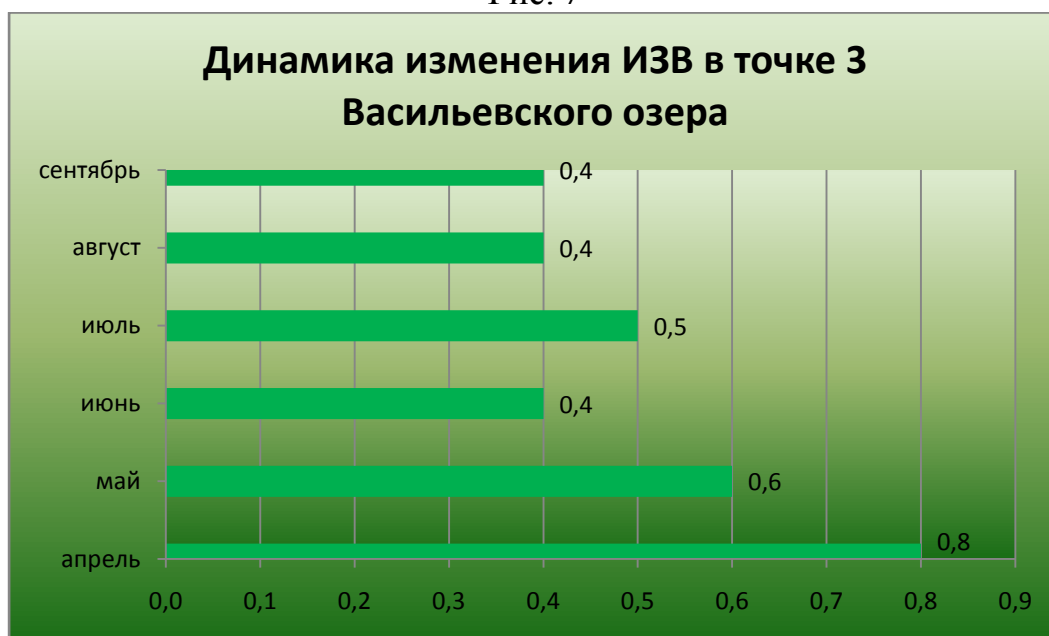


Рис. 8

В 2014 году по мере продвижения от первой к третьей точке, значение ИЗВ возрастало. В 2015 максимальные значения ИЗВ характерны для лодочной станции, и обусловлены повышенным содержанием аммонийного азота.

Для наглядного отображения вклада каждой точки в формирование значения ИЗВ приведем помесечные графики.

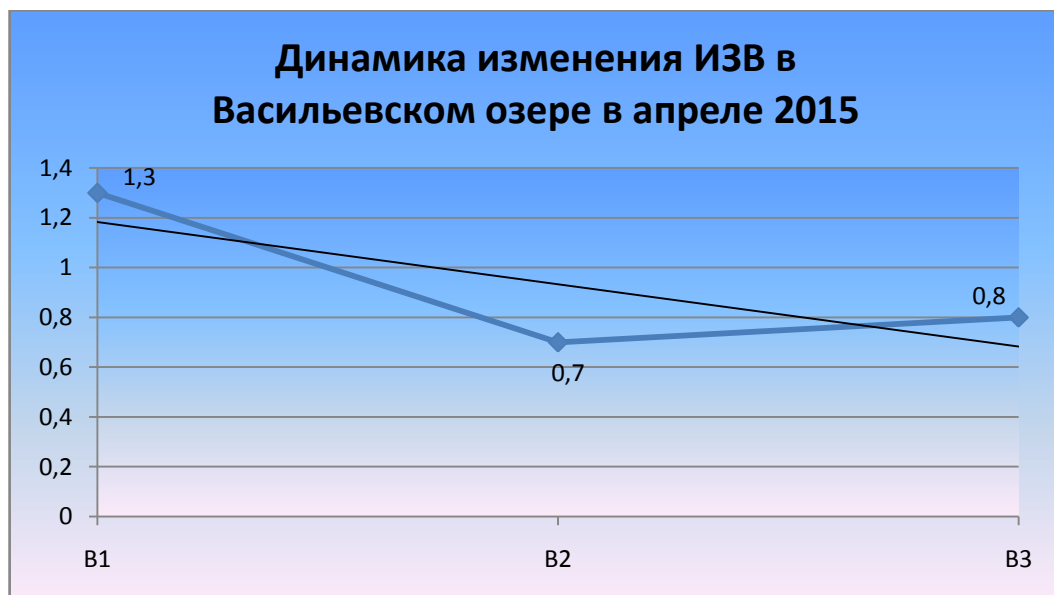


Рис. 9

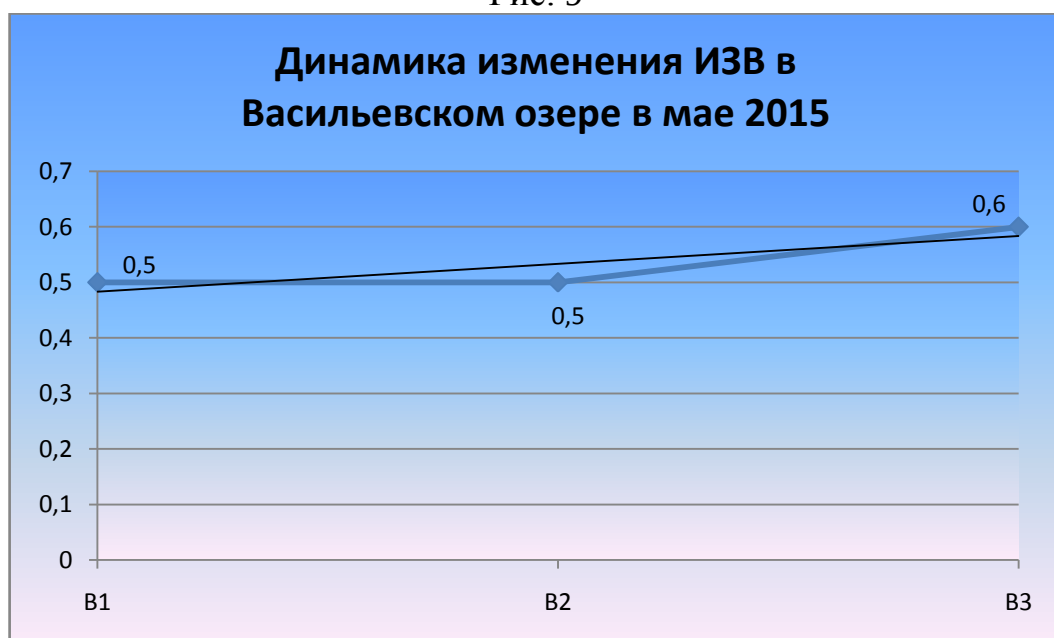


Рис. 10

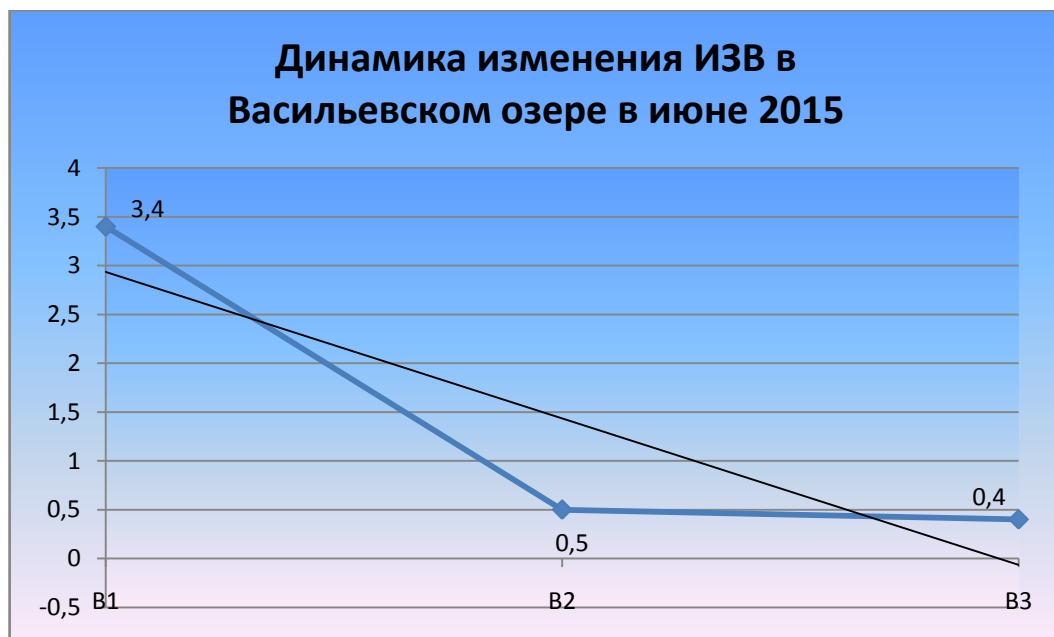


Рис. 11

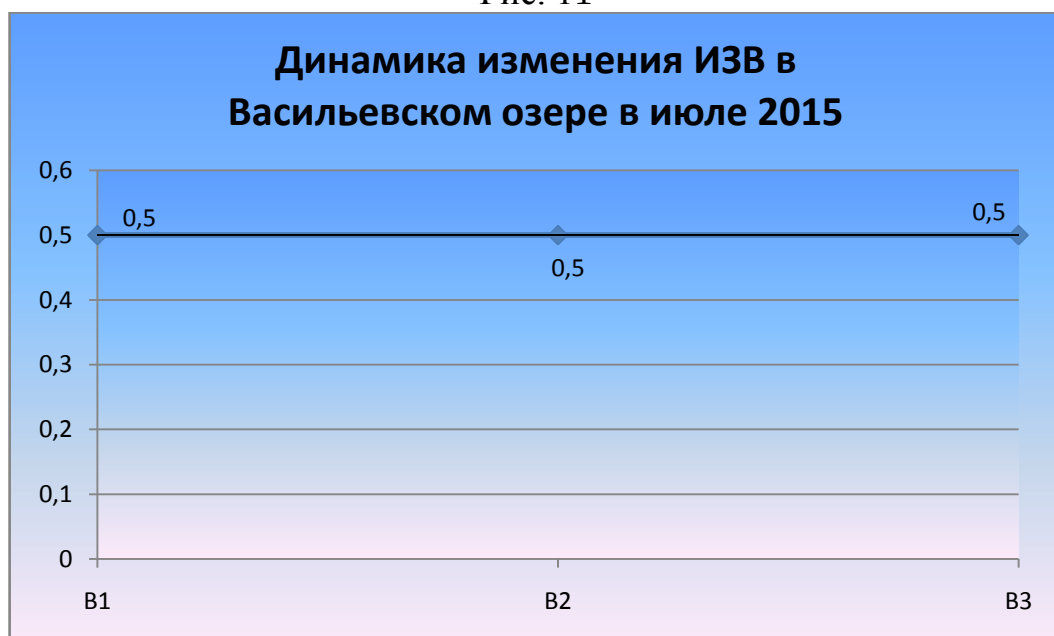


Рис. 12

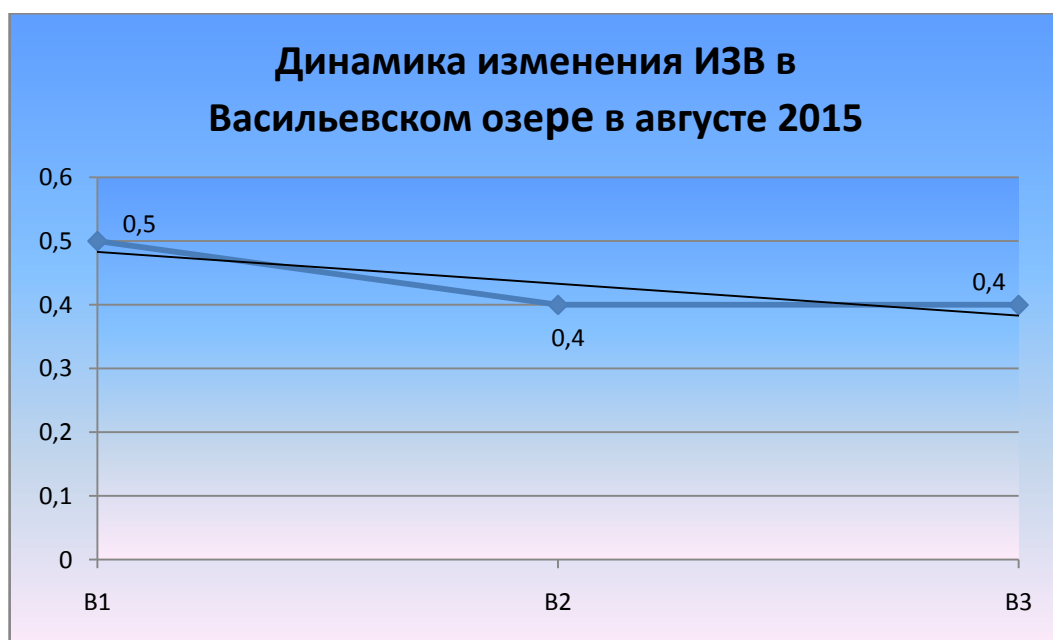


Рис. 13

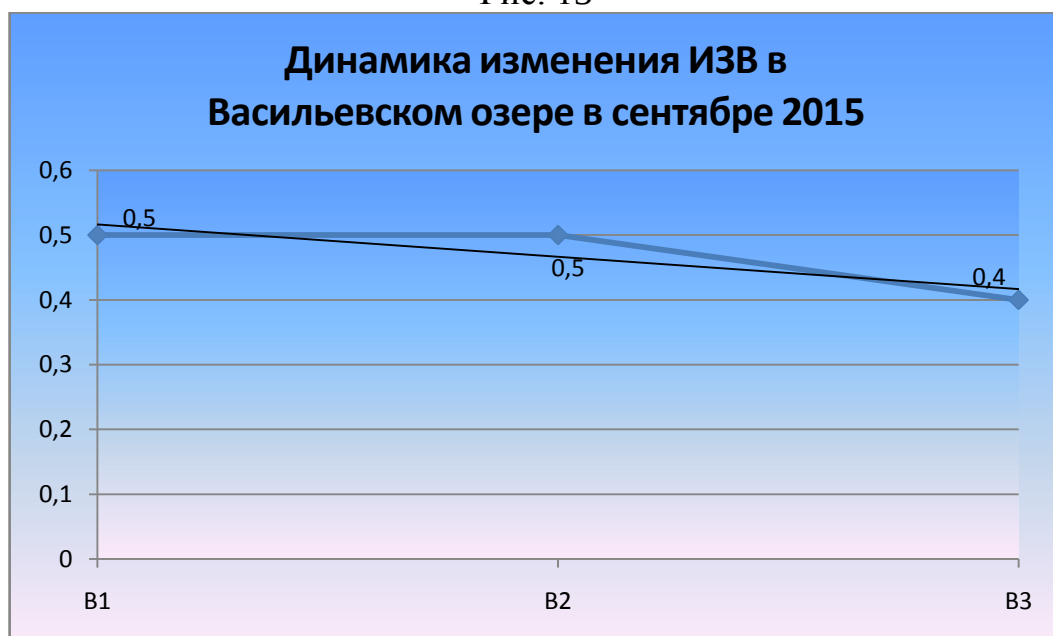


Рис. 14

Из приведенных графиков (Рис. 9 – 14) хорошо видно, что самой грязной является точка №1.

Уже во второй год проведения биологической реабилитации методом коррекции альгоценоза произошло существенное улучшение качества воды. На протяжении всего вегетационного сезона воды во второй и третьей точках относились ко второму классу – «чистые», 3 и 4 класс качества воды соответственно отмечены на лодочной станции в апреле и июне, и обусловлены повышенным содержанием аммонийного азота.

Плюс ко всему, со следующего года, **необходимо производить вселение** рыбы-фитофага – тилляпии вида *Oreochromis niloticus* для оптимизации борьбы с «цветением» водоема и нормализации его гидробиологического состояния. Наше предприятие занимается получением и разведением данного гидробионта. Производство организовано с учетом новейших разработок в биотехнологии и сертифицировано в системе добровольной сертификации «АГРОКОНТРОЛЬ».

Данная рыба способна питаться фитопланктоном и лимитирующим фактором ее развития является температура (+16°C), поэтому она не способна перенести зимовку в условиях Большого Васильевского озера. По этой причине получить биологическое обоснование, при условии согласия Заказчика на проведение ихтиологической реабилитации, не составит большого труда.

3.2 Анализ состояния альгоценоза

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПО ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ВАСИЛЬЕВСКОГО ОЗЕРА ПО ПРОБАМ ФИТОПЛАНКТОНА

Методика изучения сообществ фитопланктона

При изучении сообществ фитопланктона объектом исследований являются низшие микроскопические водоросли. Пробы фитопланктона из Большого Васильевского озера отбирались в течение вегетационного сезона 2015 года. Для таксономического определения низшие водоросли изучались в световом микроскопе с использованием соответствующих определителей. Подсчитывалась численность клеток (колоний) в 1 л воды (млн. кл./л) и биомасса миллиграмм на 1 л (мг/л), а также использовалась балльная оценка обилия для проведения сапробиологического анализа по видам индикаторам качества вод.

Май 2015 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон, в пробах, отобранных в Васильевском озере в мае 2015 года, выявлено 42 вида, разновидности и формы, принадлежащие 27 родам (табл. 1).

По числу видов доминируют синезеленые водоросли. Среди них с оценками обилия «очень часто» и «часто» распространены виды *Merismopedia tenuissima* Lemm. и *Microcystis wesenbergii* Komarek. Другие представители синезеленых имеют оценки обилия «нередко». Это полисапробный вид загрязненных местообитаний *Anabaena constricta* (Staf.) Geitl., а также *A. solitaria* Kleb. и *A. spiroides* Kleb.

Широко распространены представители зеленых водорослей. Среди них *Actinastrum hantzschii* Lagern. имеет оценку обилия «очень часто», виды

Coelastrum micoiporum Näg. и *Scenedesmus opoliensis* Richt. наблюдаются с оценкой обилия «нередко». Другие виды встречены с оценками «редко» и «единично». Диатомовые, эвгленовые и пиррифитовые имеют оценки «редко» и «единично».

Таблица 6. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей

Таксоны	В-1		В-2		В-3		Общее число таксонов	
	Лодочная станция		Середина озера		Пляж			
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Синезеленые	13	9	15	10	14	8	17	10
Зеленые	7	6	9	7	12	7	14	9
Диатомовые	4	2	1	1	4	3	6	4
Эвгленовые	2	1	1	1	4	3	4	3
Пиррифитовые	1	1	1	1	1	1	1	1
Итого	27	19	27	20	35	22	42	27

Общий таксономический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в мае 2015 года приведен в таблице 2.

Таблица 7. – таксономический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (май 2015 г.)

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср. числ. млн.кл./л	Биомасса мг/л	Ср. числ. млн.кл./л	Биомасса мг/л	Ср. числ. млн.кл./л	Биомасса мг/л
Диатомовые водоросли						
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitz.	-	-	-	-	0,002	0,0092
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	0,020	0,00008
<i>Navicula gracilis</i>	0,006	0,003	-	-	0,004	0,002

Ehr.						
<i>Navicula menisculus</i> Schum.	0,002	0,0032	-	-	-	-
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grun.) Cl.	0,008	0,0432	0,002	0,0108	0,006	0,0324
<i>Nitzschia angustata</i> (W. Sm.) Grun.	0,002	0,00015	-	-	-	-
Итого диатомовые	0,018	0,04955	0,002	0,0108	0,032	0,04368
Зеленые водоросли						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	0,082	0,00246	0,220	0,0066	0,0180	0,0054
<i>Coelastrum micoiporum</i> Näg.	0,046	0,3128	0,046	0,3128	0,004	0,272
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.	0,014	0,000014	-	-	0,002	0,000002
<i>Kotiella longiseta</i> (Vischer) Hind.	0,008	0,002	0,002	0,0005	0,002	0,0005
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	0,012	0,0504	0,002	0,0084	0,006	0,0252
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	-	-	-	-	0,006	0,0504
<i>Tetraëdron caudatus</i>	0,004	0,0068	-	-	-	-
<i>Chlorella sp.</i>	-	-	0,004	0,00661	-	-
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	-	-	0,016	0,00096	0,028	0,00168
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	-	-	-	-	0,008	0,0028
<i>Sc. communis</i> Hegew.	-	-	0,018	0,00108	0,034	0,00204
<i>Sc. obliquus</i>	-	-	-	-	0,024	0,0168
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	-	-	0,050	0,006	0,022	0,00264
<i>Staurastrum gracilis</i> Ralfs	0,020	0,1946	0,016	0,15568	0,004	0,0005
Итого зеленые	0,186	0,569074	0,374	0,49863	0,158	0,37996
Пирофитовые водоросли						
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	0,052	0,00689	0,034	0,004505	0,018	0,002385
Итого пирофитовые	0,052	0,00689	0,034	0,004505	0,018	0,002385
Эвгленовые водоросли						

<i>Monomorphina pyrim</i> (Ehr.) Mereschk.	-	-	-	-	0,002	0,0018
<i>Euglena acus</i> (Ehr.) Lemm.	-	-	-	-	0,006	0,0132
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.	0,014	0,0266	-	-	0,002	0,0038
<i>Trachelomonas planctonica</i> Switr.	0,008	0,01488	0,010	0,0186	0,016	0,0298
Итого эвгленовые	0,022	0,04128	0,010	0,0186	0,026	0,0486
Синезеленые водоросли						
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	0,088	0,0748	0,050	0,0425	0,020	0,017
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	0,010	0,0835	0,008	0,0668	0,008	0,0668
<i>A. solitaria</i> Kleb.	0,010	0,0125	0,036	0,045	0,004	0,005
<i>A. spiroides</i> Kleb.	-	-	0,004	0,005	0,006	0,0075
<i>Aphanothece clatrata</i> West et G. S. West	0,030	0,0255	0,040	0,034	0,080	0,068
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	0,008	0,0068	0,014	0,0119	0,016	0,0136
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.	-	-	0,012	0,0508	-	-
<i>G. lacustris</i> Chod.	-	-	-	-	0,006	0,0057
<i>G. lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	-	-	0,230	0,414	0,080	0,144
<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemm.	-	-	0,008	0,0048	-	-
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	0,148	0,02516	0,260	0,0442	0,240	0,0408
<i>Microcystis pulvereae</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,034	0,13005	0,004	0,0153	0,054	0,20655
<i>Microcystis wesenbergii</i> Komarek	0,014	0,0952	0,104	0,7072	0,072	0,4896
<i>Ostillatoria limnetica</i> Lemm.	0,014	0,05355	0,040	0,03825	0,010	0,00956
<i>O. planctonica</i> Wolocz.	0,002	0,00008	0,006	0,00024	-	-
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	0,024	0,018	0,012	0,009	0,008	0,006
<i>Tetrapedia gothica</i> Reisch.	0,012	0,00024	0,064	0,00128	0,012	0,00024

Итого синезеленые	0,394	0,52538	0,892	1,49027	0,616	1,08035
Итого численность и биомасса фитопланктона по пробам	0,672	1,192174	1,312	2,022805	0,850	1,554975

Всего средняя численность фитопланктона в мае месяце составляет 0,94 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 1,59 мг/л.

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет класса качества вод в мае представлен в таблице 3.

Таблица 8 – список видов микроскопических водорослей индикаторов класса вод и показатели индекса сапробности

Таксон	Показатель сапробности	Макс. оценка обилия по балльной шкале	Сапробный индекс	Произведение сапробного индекса на обилие
	s	h	S	Sh
	o	1	1,0	1,0
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	β	2	2,0	4,0
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitz.	β - α	1	1,6	1,6
<i>Navicula gracilis</i> Ehr.	β -o	1	1,65	1,65
<i>N. menisculus</i> Schum.	β - α	1	2,6	2,6
<i>Nitzschia angustata</i> (W. Sm.) Grun.	α	1	2,9	2,9
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	β	7	2,0	14,0
<i>Coelastrum micoporum</i> Näg.	β	3	2,0	6,0
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	β	1	1,7	1,7
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	β	2	1,15	2,3
<i>Kirchineriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.	β	2	2,0	4,0

<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	β	2	1,7	3,4
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	β			
<i>Tetraëdron caudatus</i>	β	1	2,0	2,0
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	β	2	2,2	4,4
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	β	1	2,0	2,0
<i>Sc. communis</i> Hegew.	β	2	2,0	4,0
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	β	3	2,0	6,0
<i>Staurostrum gracilis</i> Ralfs	o-β	2	1,5	3,0
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	α	2	3,0	6,0
<i>Monomorphina pyrim</i> (Ehr.) Mereschk.	β	1	2,0	2,0
<i>Euglena acus</i> (Ehr.) Lemm.	β	1	2,0	2,0
<i>Trachelomonas planctonica</i> Switr.	β-α	2	1,65	3,3
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.	β	2	2,0	4,0
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	ρ	3	4,5	13,5
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	β	2	2,0	4,0
<i>A. solitaria</i> Kleb.	β-o	3	1,6	4,8
<i>A. spiroides</i> Kleb.	o-β	3	1,6	4,8
<i>Aphanothece clatrata</i> West et G. S. West	β	3	1,7	5,1
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	β-α	7	2,45	17,15
<i>Microcystis pulvereae</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	o-β	3	1,6	4,8
<i>Microcystis wesenbergii</i> Komarek	β	5	2,3	11,5
<i>Ostillatoria limnetica</i> Lemm.	o-β	3	1,4	4,2
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	β	2	1,85	3,7
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 2,06$		Сумма показателе й обилия (h) = 76		Сумма произведений индикаторной значимости вида на оценку обилия (Sh) = 156,4

Условные обозначения: s – показатель сапробности; o – олигосапробность; β – бета-мезосапробность; p – полисапробность; S – сапробный индекс.

Значение индекса сапробности в мае месяце 2015 года равно 2,06. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). Процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. Однако следует учитывать, что воды «Удовлетворительной чистоты» формируются за счет минерализации загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки.

Июнь 2015 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон, в пробах, отобранных в Васильевском озере в июне 2015 года, выявлено 47 таксонов, принадлежащих 30 родам (табл. 1).

Таблица 9. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Синезеленые	19	11	20	11	22	12	27	15
Зеленые	12	8	8	5	11	7	14	9
Диатомовые	-	-	-	-	2	2	2	2
Эвгленовые	-	-	-	-	2	2	1	2
Пирофитовые	1	1	1	1	2	2	2	2
Итого	32	20	29	17	39	25	47	30

По числу видов доминируют синезеленые водоросли. Среди них с оценками обилия «часто» распространены виды *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *A. lemmermani* P. Richt., *Gomphosphaeria lacustris f. compacta* (Lemm.) Elenk., *Merismopedia tenuissima* Lemm., *A. spiroides* Kleb.; оценки обилия «нередко» имеют *Aphanothece clatrata* West et G. S. West, *Coelospherium kützingianum* Näg., *Microcystis pulverea* (Wood.) Forti em. Elenk., *M. wesenbergii* Komarek, а также другие виды, встреченные «единично» и «редко».

Зеленые водоросли представлены *Actinastrum hantzschii* Lagern. С оценкой обилия «часто», виды рода *Scenedesmus* с оценками обилия «нередко» - «единично», *Staurostrum gracilis* Ralfs – «нередко» и др.

Диатомовые и эвгленовые водоросли с оценками обилия «единично» наблюдаются в пробе 3. Среди пиропитовых повсеместно наблюдается *Cryptomonas ovata* Ehr. – «нередко».

Общий таксономический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в июне 2015 года приведен в таблице 2.

Таблица 10. – таксономический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л
Синезеленые водоросли						
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	0,010	0,0085	0,004	0,0034	0,004	0,0034
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	0,080	0,668	0,134	1,1189	0,024	0,2004
<i>A. lemmermani</i> P. Richt.	0,054	0,27	0,040	0,2	0,100	0,5
<i>A. solitaria</i> Kleb.	0,010	0,0125	0,012	0,015	0,020	0,025

<i>A. spiroides</i> Kleb.	0,160	0,2	0,128	0,16	0,136	0,17
<i>Aphanothece</i> <i>castagne</i> (Bréb.) Rabenh.	0,024	0,03036	0,020	0,0253	0,036	0,04554
<i>A. clatrata</i> West et G. S. West	0,064	0,0544	0,022	0,0187	0,080	0,068
<i>Coelospherium</i> <i>kützingianum</i> Näg.	0,030	0,0255	0,068	0,0578	0,038	0,0323
<i>Gloeocapsa</i> <i>magna</i> (Bréb.) Kütz.	0,004	0,00668	0,002	0,00334	0,002	0,00334
<i>Gomphosphae</i> <i>ria lacustris</i> Chod.	0,006	0,0057	0,016	0,0152	0,008	0,0076
<i>G. lacustris f.</i> <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	0,110	0,2021	0,022	0,0404	0,074	0,1359
<i>Lyngbya</i> <i>contorta</i>	0,002	0,0017	-	-	-	-
<i>Dactylococcep</i> <i>sis acicularis</i> Lemm.	-	-	-	-	0,004	0,0024
<i>Merismopedia</i> <i>tenuissima</i> Lemm.	0,104	0,01768	0,168	0,02856	0,048	0,00816
<i>M. glabra</i>	-	-	0,020	0,0024	0,004	0,00048
<i>Microcystis</i> <i>pulverea</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,008	0,0306	0,060	0,2295	0,100	0,3825
<i>M. ichtioblabe</i> Kütz.	0,002	0,00255	-	-	0,002	0,00255
<i>M.</i> <i>wesenbergii</i> Komarek	0,024	0,1632	0,040	0,272	0,040	0,272
<i>Ostillatoria</i> <i>acuminata</i> Gom.	-	-	0,004	0,00032	-	-
<i>O. planctonica</i>	-	-	0,002	0,00008	-	-

Wolocz.						
<i>Phormidium foveolarum</i> Kütz.	-	-	0,004	0,00382 5	0,004	0,00382 5
<i>Ph. tenue</i> (Menegh.) Gom.	0,016	0,00064	-	-	0,014	0,00056
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	0,026	0,0195	-	-	0,006	0,0045
<i>Snowella rosea</i> (Snow.) Elenk.	0,008	0,0068	-	-	0,002	0,0017
<i>Spirulina tenuissima</i> Kütz.	-	-	0,002	0,00054	-	-
<i>S. okensis</i> (Meyer) Geitl.	-	-	-	-	0,002	0,00312
<i>Tetrapedia gothica</i> Reisch.	-	-	0,002	0,0004	-	-
Итого синезеленые	0,742	1,72641	0,770	2,195665	0,748	1,873275
Зеленые водоросли						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	0,032	0,096	0,090	0,0027	0,140	0,0042
<i>Coelastrum micoiporum</i> Näg.	0,010	0,068	-	-	0,002	0,0136
<i>Kirchineriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.	0,012	0,00072	-	-	-	-
<i>Kotiella longiseta</i> (Vischer) Hind.	0,006	0,0015	-	-	-	-
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	-	-	-	-	0,004	0,00504
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	0,006	0,0252	0,010	0,042	0,006	0,0252
<i>Scenedesmus</i>	0,032	0,00096	0,012	0,00036	0,012	0,00036

<i>acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.						
<i>Sc. arcuatus</i> Lemm.	0,002	0,0007	-	-	0,002	0,0007
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	-	-	0,004	0,0014	0,002	0,0007
<i>Sc. communis</i> Hegew.	0,024	0,00072	0,012	0,00036	0,012	0,00036
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	0,036	0,00432	0,060	0,0072	0,038	0,00456
<i>Staurastrum</i> <i>gracilis</i> Ralfs	0,032	0,3114	0,012	0,1168	0,002	0,0135
<i>Tetraëdron</i> <i>caudatus</i> (Cord) Hansg.	0,004	0,0136	0,002	0,0068	-	-
<i>Tetraëdron</i> <i>minimum</i> (A. Br.) Hansg.	0,004	0,0032	-	-	0,008	0,0064
Итого зеленые	0,200	0,52632	0,202	0,17762	0,228	0,08062
Диатомовые водоросли						
<i>Anomoeoneis</i> <i>sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitz.	-	-	-	-	0,002	0,0092
<i>Navicula</i> <i>cuspidata</i> var. <i>ambigua</i> Ehr.	-	-	-	-	0,002	0,0082
Итого диатомовые	-	-	-	-	0,004	0,0174
Эвгленовые водоросли						
<i>Phacus</i> <i>longicauda</i> (Ehr.) Duj.	-	-	-	-	0,002	0,0072
<i>Trachelomona</i> <i>s planctonica</i> Switr.	-	-	-	-	0,002	0,00357
Итого эвгленовые	-	-	-	-	0,004	0,01297
Пирофитовые водоросли						
<i>Cosmarium</i> <i>formasulum</i>	-	-	-	-	0,004	0,274
<i>Cryptomonas</i>	0,048	0,00636	0,016	0,00212	0,006	0,000795

<i>ovata</i> Ehr.						
Итого пирофитовые	0,048	0,00636	0,016	0,00212	0,010	0,028195
Итого общая численность и биомасса фитопланктон а по пробам	0,990	2,25909	0,988	2,375405	0,994	2,01246

Всего средняя численность фитопланктона в июне месяце составляет 0,99 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 2,21 мг/л.

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет класса качества вод в июне представлен в таблице 3.

Таблица 11. –список видов микроскопических водорослей индикаторов класса вод и показатели индекса сапробности

Таксон	Показатель сапробности	Макс. оценка обилия по балльной шкале	Сапробный индекс	Произведение сапробного индекса на обилие
	<i>s</i>	<i>h</i>	<i>S</i>	<i>Sh</i>
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	$\rho(\beta)$	1	4,5	4,5
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	β	5	2,0	10,0
<i>A. solitaria</i> Kleb.	$\beta-o$	2	1,6	3,2
<i>A. spiroides</i> Kleb.	$o-\beta$	5	1,35	6,75
<i>Aphanothece clatrata</i> West et G. S. West	β	3	1,7	5,1
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	$\beta-o$	3	1,6	4,8
<i>Gomphosphaeria lacustris f. compacta</i> (Lemm.) Elenk.	β	5	2,0	10,0
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	$\beta-\alpha$	5	2,45	12,25
<i>Microcystis pulvereae</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	$o-\beta$	3	1,6	4,8
<i>M. ichtioblabe</i> Kütz.	$\alpha -\beta$	1	1,6	1,6
<i>M. wesenbergii</i> Komarek	β	3	2,3	6,9
<i>Phormidium foveolarum</i> Kütz.	α	1	3,0	3,0
<i>Ph. tenue</i> (Menegh.) Gom.	$o-\alpha$	1	2,15	2,15
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	β	2	1,85	3,7
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	β	5	2,0	10,0
<i>Coelastrum micoiporum</i> Näg.	β	1	2,0	2,0
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	o	1	1,0	1,0
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	β	1	1,7	1,7
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	β	3	2,2	6,6
<i>Sc. arcuatus</i> Lemm.	β	1	1,8	1,8

<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	β	1	2,0	2,0
<i>Sc. communis</i> Hegew.	β	2	2,0	4,0
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	β	2	2,0	4,0
<i>Staurastrum gracilis</i> Ralfs	α - β	3	1,5	4,5
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	β	1	2,15	2,15
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitz.	β - α	1	1,6	1,6
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>ambigua</i> Ehr.	β	1	2,1	2,1
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	β - α	1	2,6	2,6
<i>Trachelomonas planctonica</i> Switr.	β - α	1	1,65	1,65
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	α	3	3,0	9,0
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 1,99$		Сумма показателя обилия (h) = 68		Сумма произведений индикаторной значимости вида на оценку обилия (Sh) = 135,45

Условные обозначения: s – показатель сапробности; α – олигосапробность; β – бета-мезосапробность; ρ – полисапробность; S – сапробный индекс.

Значение индекса сапробности в июне месяце 2015 года равно 1,99. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). Процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. Однако следует учитывать, что воды класса III формируются за счет минерализации загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки.

Июль 2015 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон, в пробах, отобранных в Васильевском озере в июле 2015 года, выявлено 34 таксона, принадлежащих 21 роду (табл. 1).

Таблица 12. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Синезеленые	12	8	17	11	15	10	22	12
Зеленые	5	3	6	4	7	4	8	5
Диатомовые	-	-	2	2	-	-	2	2
Эвгленовые	-	-	-	-	1	1	1	1
Пирофитовые	1	1	1	1	1	1	1	1
Итого	18	12	26	18	24	16	34	21

В видовом отношении доминируют синезеленые водоросли. Среди них с оценками обилия «очень часто» распространены виды *Microcystis pulverea* (Wood.) Forti em. Elenk. и *Merismopedia tenuissima* Lemm. Оценки обилия «часто» имеют *Microcystis wesenbergii* Komarek, *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb.,

По числу видов *A. lemmermani* P. Richt., *Gomphosphaeria lacustris* f. *compacta* (Lemm.) Elenk., , *A. spiroides* Kleb.; оценки обилия «нередко» имеют *Aphanothece clatrata* West et G. S. West, *Coelospherium kützingianum* Näg., *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *G. lacustris* f. *compacta* (Lemm.) Elenk.,

Phormidium tenue (Menegh.) Gom. и *Aphanothece clatrata* West et G. S. West имеют оценки обилия «нередко».

Зеленые водоросли разнообразны, но лишь *Actinastrum hantzschii* Lagern. достигает оценки обилия «нередко». Другие представители этой группы водорослей, как и диатомовые и эвгленовая водоросль вида *Phacus longicauda* (Ehr.) Duj. встречены «единично».

Представитель пиропитовых водорослей *Cryptomonas ovata* Ehr. имеет оценку обилия «нередко».

Общий таксономический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в июле 2015 года приведен в таблице 2.

Таблица 13. – таксономический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са Мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л
Синезеленые водоросли						
<i>Anabaena affinis</i> Lemm.	-	-	0,008	0,00017	-	-
<i>A. constricta</i> (Staf.) Geitl.	0,004	0,0034	-	-	-	-
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	0,100	0,835	0,120	1,002	0,160	1,336
<i>spiroides</i> Kleb.	-	-	-	-	0,004	0,005
<i>Aphanothece clatrata</i> West et G. S. West	0,022	0,0187	0,012	0,0102	0,050	0,0425
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B-Peters et Geitl.	-	-	0,008	0,0544	0,012	0,0756
<i>Coelospherium kützingianum</i>	0,008	0,0068	0,014	0,0119	0,002	0,0017

Näg.						
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod.	-	-	0,044	0,0418	0,112	0,1064
<i>G. lacustris f. compacta</i> (Lemm.) Elenk.	0,032	0,0588	0,006	0,011	0,048	0,0882
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	0,240	0,0408	0,010	0,0017	0,108	0,01836
<i>M. glabra</i>	0,048	0,01224	-	-	-	-
<i>Microcystis pulverea</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,200	0,765	0,380	1,4535	0,186	0,7117
<i>M. wesenbergii</i> Komarek	0,120	0,0408	0,084	0,5712	0,060	0,408
<i>Lyngbya contorta</i>	-	-	-	-	0,008	0,00032
<i>Ostillatoria limnetica</i> Lemm.	-	-	0,004	0,00027 2	-	-
<i>O. planctonica</i> Wolocz.	0,006	0,00102	0,002	0,00034	-	-
<i>O. splendida</i> Grev.	0,020	0,0012	0,002	0,00034	-	-
<i>Phormidium mucicola</i> Kütz.	0,080	0,00032	0,060	0,00024	0,080	0,00032
<i>Ph. tenue</i> (Menegh.) Gom.	-	-	-	-	0,040	0,0016
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	-	-	0,006	0,0045	0,010	0,0075
<i>Romeria leopoliensis</i> (Rac) Koczw.	-	-	0,020	0,00008	0,004	0,00001 6
<i>Woronichiinia naegiliana</i> (Ung.) Elenk.	-	-	0,004	0,0034	-	-

Итого синезеленые	0,880	1,78408	0,784	3,167042	0,884	2,803216
Зеленые водоросли						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	0,032	0,00096	0,040	0,00384	0,056	0,0054
<i>Kotiella longiseta</i> (Vischer) Hind.	-	-	0,004	0,006	-	-
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	0,002	0,0084	0,002	0,0084	0,004	0,0168
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	0,006	0,00018	0,006	0,00018	0,010	0,0003
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	-	-	-	-	0,004	0,0014
<i>Sc. communis</i> Hegew.	0,020	0,0006	0,014	0,00042	0,010	0,0003
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	0,010	0,0012	0,020	0,0024	0,016	0,00192
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	-	-	-	-	0,004	0,0032
Итого зеленые	0,070	0,01134	0,086	0,02502	0,104	0,02932
Диатомовые водоросли						
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim.	-	-	0,012	0,0065	-	-
<i>Stephanodiscu s hantzschii</i> Grun.	-	-	0,004	0,00028	-	-
Итого диатомовые	-	-	0,016	0,00678	-	-
Эвгленовые водоросли						
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	-	-	-	-	0,002	0,0126
Итого эвгленовые	-	-	-	-	0,002	0,0126

Пирофитовые водоросли						
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	0,020	0,00265	0,070	0,00928	0,014	0,00186
Итого пирофитовые	0,020	0,00265	0,070	0,00928	0,014	0,00186
Итого общая численность и биомасса фитопланктона по пробам	0,970	1,79807	0,956	3,208122	1,004	2,846996

Всего средняя численность фитопланктона в июле месяце составляет 0,98 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 2,62 мг/л.

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет индекса сапробности представлен в таблице 3.

Таблица 14. – список видов микроскопических водорослей индикаторов класса вод и показатели индекса сапробности

Таксон	Показатель сапробности	Макс. оценка обилия по балльной шкале	Сапробный индекс	Произведение сапробного индекса на обилие
	<i>s</i>	<i>h</i>	<i>S</i>	<i>Sh</i>
<i>Anabaena affinis</i> Lemm.	β	1	2,0	2,0
<i>A. constricta</i> (Staf.) Geitl.	$\rho(\beta)$	1	4,5	4,5
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	β	5	2,0	10,0
<i>A. spiroides</i> Kleb.	$\alpha-\beta$	5	1,35	6,75
<i>Aphanothece clatrata</i> West et G. S. West	β	3	1,7	5,1
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B-Peters et Geitl.	$\chi-\alpha$	1	0,65	0,65
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	$\beta-\alpha$	1	1,6	1,6
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	β	3	2,0	6,0
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	$\beta-\alpha$	7	2,45	17,15

<i>Microcystis pulverea</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	o-β	7	1,6	11,2
<i>M. wesenbergii</i> Komarek	β	5	2,3	11,5
<i>Ostillatoria limnetica</i> Lemm.	o-β	1	1,4	1,4
<i>O. splendida</i> Grev.	α	2	3,0	6,0
<i>Phormidium tenue</i> (Menegh.) Gom.	o-α	3	2,15	6,45
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	β	1	1,85	1,85
<i>Romeria leopoliensis</i> (Rac) Koczw.	o-β	2	1,5	3,0
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	β	3	2,0	6,0
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	β	1	1,7	1,7
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	β	1	2,2	2,2
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	β	1	2,0	2,0
<i>Sc. communis</i> Hegew.	β	2	2,0	4,0
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	β	2	2,0	4,0
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	β	1	2,15	2,15
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim.	χ-o	1	0,5	0,5
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	o-β	1	2,7	2,7
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	β-α	1	2,2	2,2
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	α	3	3,0	9,0
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 2,02$		Сумма показателя обилия (h) = 65		Сумма произведений индикаторной значимости вида на оценку обилия (Sh) = 131,6

Условные обозначения: **s** – показатель сапробности; **o** – олигосапробность; **β** – бета-мезосапробность; **p** – полисапробность; **S** – сапробный индекс.

Значение индекса сапробности в июле месяце 2015 года равно 2,02. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). Их экологическое

качество формируется за счет минерализации загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки.

В таблице 4 показано сравнение средней численности и средней биомассы фитопланктона и значений индекса сапробности по результатам исследований в течение мая-июля вегетационного сезона 2015 года.

Таблица 15. – показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона и значения индекса сапробности

Май 2015 г.			Июнь 2015 г.			Июль 2015 г.		
Средн. числен., млн.кл./л	Средн. биомасс а, мг/л	Индекс сапроб н. S	Средн. числен., млн.кл./л	Средн. биомасс а, мг/л	Индекс сапроб н. S	Средн. числен., млн.кл./л	Средн. биомасс а, мг/л	Индекс сапроб н. S
0,94	1,59	2,06	0,99	2,21	1,99	0,98	2,62	2,02

Приведенные данные показывают, что средняя численность фитопланктона остается стабильной, при этом его биомасса увеличивается. Значение индекса сапробности показывает, что процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. Однако, учитывая, ряд особенностей состава фитопланктона Васильевского озера, в котором практически отсутствуют диатомовые водоросли, при этом наблюдается присутствие видов загрязненных местообитаний (см. табл. 1-3), необходимо продолжать проведение мероприятий, способствующих стабильности процессов самоочищения водной экосистемы (альголизация).

Альголизацию водоема следует проводить и далее по той же схеме. Данный метод является достаточно действенным способом защиты водоема от последствий антропогенного загрязнения.

Август 2015 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон, в пробах, отобранных в Васильевском озере в августе 2015 года, выявлено 36 таксонов, принадлежащих 24 родам (табл. 1).

Таблица 16. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Синезеленые	14	9	18	11	15	8	20	11
Зеленые	9	7	10	7	8	6	13	10
Диатомовые	-	-	-	-	1	1	1	1
Эвгленовые	1	1	-	-	-	-	1	1
Пирофитовые	1	1	1	1	1	1	1	1
Итого	25	18	29	19	25	16	36	24

В видовом отношении доминируют синезеленые водоросли. Среди них с оценками обилия в «массе» наблюдается вид *Merismopedia tenuissima* Lemm., «очень часто» - *Gomphosphaeria lacustris f. compacta* (Lemm.) Elenk. и «часто» - *Microcystis pulverea* (Wood.) Forti em. Elenk. Оценки обилия «нередко» имеют виды *Aphanothece castagne* (Bréb.) Rabenh., *A. clatrata* West et G. S. West, *Microcystis wesenbergii* Komarek, *Ostillatoria tenius* Ag., *Rhabdoderma lineare* (Schmidle) Laut. мн. др. с оценками обилия «единично» - «редко».

Зеленые водоросли разнообразны, но лишь *Actinastrum hantzschii* Lagern. достигает оценки обилия «часто»; оценок обилия «нередко» достигают виды *Scenedesmus opoliensis* Richt., *Volvox aureus* Ehr. и *Chlorella* sp., которая наблюдается во всех пробах. Другие представители этой группы водорослей встречены «единично».

Представитель пиррофитовых водорослей *Cryptomonas ovata* Ehr., как и эвгленовая водоросль вида *Trachelomonas oblonga* Lemm. имеют оценку обилия «нередко».

Общий таксономический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в августе 2015 года приведен в таблице 2.

Таблица 17. – таксономический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са Мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л
Синезеленые водоросли						
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	-	-	0,010	0,0085	0,006	0,0051
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	-	-	0,010	0,0835	0,022	0,1837
<i>A. spiroides</i> Kleb.	0,032	0,04	0,030	0,0375	0,034	0,0425
<i>Aphanothece castagne</i> (Bréb.) Rabenh.	0,006	0,0076	0,040	0,0506	-	-
<i>A. clatrata</i> West et G. S. West	0,060	0,0516	0,034	0,0292	0,060	0,0516
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B-Peters et Geitl.	0,028	0,1904	0,004	0,0272	-	-
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	0,020	0,0167	0,014	0,01167	-	-
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod.	-	-	-	-	0,018	0,0171
<i>G. lacustris</i> f.	0,034	0,0612	0,014	0,0252	0,120	0,216

<i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.						
<i>Merismopedia</i> <i>tenuissima</i> Lemm.	0,400	0,058	0,240	0,0408	0,180	0,0306
<i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg.	0,040	0,0048	0,046	0,0055	0,068	0,0082
<i>Microcystis</i> <i>ichthyoblabe</i> Kütz.	-	-	-	-	0,002	0,00253
<i>M. pulvere</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,050	0,2063	0,120	0,4953	0,138	0,4557
<i>M.</i> <i>wesenbergii</i> Komarek	0,042	0,2856	0,018	0,1224	0,060	0,408
<i>Ostillatoria</i> <i>tenius</i> Ag.	0,012	0,00048	0,024	0,00096	0,050	0,0002
<i>O. splendida</i> Grev.	0,010	0,0006	0,006	0,00036	0,022	0,00132
<i>Phormidium</i> <i>retzii</i> (Ag.) Gom.	-	-	-	-		
<i>Rhabdoderma</i> <i>lineare</i> (Schmidle) Laut.	0,040	0,03	0,010	0,0075	0,024	0,018
<i>Tetrapedia</i> <i>gothica</i> Reisch.	-	-	0,002	0,00004	0,002	0,00004
<i>Woronichiinia</i> <i>naegiliana</i> (Ung.) Elenk.	0,004	0,0034	0,002	0,0017	-	-
Итого синезеленые	0,778	0,95668	0,624	0,94793	0,806	1,44059
Зеленые водоросли						
<i>Actinastrum</i> <i>hantzschii</i> Lagern.	0,060	0,0018	0,134	0,00402	0,028	0,00084
<i>Chlorella</i> sp.	0,030	0,0496	0,040	0,0661	0,056	0,09925 4
<i>Gloeotila</i> <i>spiralis</i> Chod.	-	-	-	-	0,002	0,00006

<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	-	-	0,004	0,0015	-	-
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	0,002	0,0084	0,002	0,0084	-	-
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	0,016	0,00048	0,014	0,00042	0,004	0,00012
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	-	-	0,010	0,0025	-	-
<i>Sc. communis</i> Hegew.	0,012	0,00072	0,012	0,00072	0,016	0,00096
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	0,024	0,00288	0,036	0,00432	0,008	0,00098
<i>Staurostrum gracile</i> Ralfs	-	-	-	-	0,004	0,036
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	0,004	0,0032	-	-	-	-
<i>Ulotrix tenuissima</i> Kütz.	0,010	0,00008	0,052	0,00049	-	-
<i>Volvox aureus</i> Ehr.	0,020	0,017	0,030	0,0255	0,080	0,068
Итого зеленые	0,178	0,08416	0,334	0,11397	0,198	0,20621
Диатомовые водоросли						
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	-	-	-	-	0,010	0,04925
Итого диатомовые	-	-	-	-	0,010	0,04925
Эвгленовые водоросли						
<i>Trachelomona s oblonga</i> Lemm.	0,002	0,0038	-	-	-	-
Итого эвгленовые	0,002	0,0038	-	-	-	-
Пирофитовые водоросли						
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	0,040	0,0053	0,040	0,0053	0,002	0,000026
Итого пирофитовые	0,040	0,0053	0,040	0,0053	0,002	0,000026

Итого общая численность и биомасса фитопланктона по пробам	0,998	1,04994	0,998	1,0672	1,016	1,69608
--	-------	---------	-------	--------	-------	---------

Всего средняя численность фитопланктона в августе месяце составляет 1,00 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 1,27 мг/л.

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет индекса сапробности представлен в таблице 3.

Таблица 18. – список видов индикаторов класса вод и показатели индекса сапробности

Таксон	Показатель сапробности	Макс. оценка обилия по балльной шкале	Сапробный индекс	Произведение сапробного индекса на обилие
	<i>s</i>	<i>h</i>	<i>S</i>	<i>Sh</i>
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	$\rho(\beta)$	1	4,5	4,5
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	β	2	2,0	4,0
<i>A. spiroides</i> Kleb.	$\alpha\text{-}\beta$	2	1,35	2,7
<i>Aphanothece castagne</i> (Bréb.) Rabenh.	$\chi\text{-}\alpha$	3	0,65	1,95
<i>A. clatrata</i> West et G. S. West	β	3	1,7	5,1
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B-Peters et Geitl.	$\chi\text{-}\alpha$	2	0,65	1,3
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	$\beta\text{-}\alpha$	2	1,6	3,2

<i>Gomphosphaeria lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	β	7	2,0	14,0
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	β - α	9	2,45	22,05
<i>Microcystis pulvere</i> a (Wood.) Forti emend. Elenk.	α - β	5	1,6	8,0
<i>M. wesenbergii</i> Komarek	β	3	2,3	6,9
<i>Ostillatoria tenius</i> Ag.	α	3	2,85	8,55
<i>O. splendida</i> Grev.	α	2	3,0	6,0
<i>Phormidium. retzii</i> (Ag.) Gom.	β	1	0,85	0,85
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	β	3	1,85	5,55
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	β	5	2,0	10,0
<i>Chlorella</i> sp.	ρ - α	3	3,6	10,8
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	β	1	2,0	2,0
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	β	1	1,7	1,7
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	β	1	2,2	2,2
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	β	1	2,0	2,0
<i>Sc. communis</i> Hegew.	β	1	2,0	2,0
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	β	3	2,0	6,0
<i>Staurostrum gracilis</i> Ralfs	α - β	1	1,5	1,5

<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	β	1	2,15	2,15
<i>Ulotrix tenuissima</i> Kütz.	α	3	1,0	3,0
<i>Volvox aureus</i> Ehr.	$\alpha\beta$	3	1,5	4,5
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.	β	3	2,0	6,0
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	α	3	3,0	9,0
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 2,02$		Сумма показателя обилия (h) = 78		Сумма произведений индикаторной значимости вида на оценку обилия (Sh) = 157,5

Условные обозначения: s – показатель сапробности; α – олигосапробность; β – бета-мезосапробность; ρ – полисапробность; S – сапробный индекс.

Значение индекса сапробности в августе месяце 2015 года равно 2,02. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). Их экологическое качество формируется за счет минерализации загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки.

В таблице 4 показано сравнение средней численности и средней биомассы фитопланктона и значений индекса сапробности по результатам исследований в течение июня-августа месяцев 2015 года.

Таблица 19. – показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона и значения индекса сапробности

Июнь 2015 г.			Июль 2015 г.			Август 2015 г.		
Средн. числен., млн.кл./л	Средн. биомасс а, мг/л	Индекс сапроб н. S	Средн. числен., млн.кл./л	Средн. биомасс а, мг/л	Индекс сапроб н. S	Средн. числен., млн.кл./л	Средн. биомасс а, мг/л	Индекс сапроб н. S
0,99	2,21	1,99	0,98	2,62	2,02	1,00	1,27	2,02

Приведенные данные показывают, что средняя численность фитопланктона остается на одном уровне, от 0,98 до 1,00 млн. кл./л. Сравнение показателей биомассы в августе месяце резко уменьшается, до 1,27 мг/л, несмотря на то, что присутствуют виды загрязненных местообитаний, способные давать высокие прирост биомассы. Значение индекса сапробности относительно стабильно. Оно показывает, что процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений.

Данный метод является достаточно действенным способом защиты водоема от последствий антропогенного загрязнения.

Сентябрь 2015 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон, в пробах, отобранных в Васильевском озере в сентябре 2015 года, выявлено 38 таксонов, принадлежащих 27 родам (табл. 20).

Таблица 20. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Синезеленые	17	11	16	11	12	9	22	15
Зеленые	6	3	7	4	6	4	10	7
Диатомовые	1	1	2	2	4	3	4	3
Эвгленовые	-	-	-	-	1	1	1	1
Пирофитовые	-	-	1	1	1	1	1	1
Итого	24	15	26	18	24	18	38	27

В видовом отношении доминируют синезеленые водоросли. Среди них с оценками обилия в «массе» наблюдается виды *Merismopedia tenuissima* Lemm. и *Microcystis pulverea* (Wood.) Forti em. Elenk. и «часто» - *Microcystis wesenbergii* Komarek, *Gomphosphaeria lacustris f. compacta* (Lemm.) Elenk., *Rhabdoderma lineare* (Schmidle) Laut., *Aphanothece clatrata* West et G. S. West, Оценки обилия «нередко» имеют виды *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *Aphanothece castagne* (Bréb.) Rabenh., *Ostillatoria tenuis* Ag., многие другие таксоны с оценками обилия «единично» - «редко».

Зеленые водоросли разнообразны, но лишь *Actinastrum hantzschii* Lagern. достигает оценки обилия «очень часто», оценок обилия «нередко» достигают

виды *Scenedesmus opoliensis* Richt., *Volvox aureus* Ehr. Другие представители этой группы водорослей встречаются «редко» - «единично».

Диатомовые водоросли имеют оценки «редко» - «единично». Повсеместно наблюдается вид *Cyclotella comensis* Grun., распространен вид *Nitzschia communis* Rabenh., встречаются виды *Cyclotella meneghiniana* Kütz. и *Fragilaria pinnata* Ehr.

Представитель пиропитовых водорослей *Cryptomonas ovata* Ehr., как и эвгленовая водоросль вида *Trachelomonas planctonica* Swir. имеют оценку обилия «нередко».

Общий таксономический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в сентябре 2015 года приведен в таблице 21.

Таблица 21. – таксономический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са Мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л	Ср. числ. млн.кл. /л	Биомас са мг/л
Синезеленые водоросли						
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	0,026	0,2171	0,020	0,167	0,044	0,3674
<i>Aphanothece castagne</i> (Bréb.) Rabenh.	0,016	0,02025	0,032	0,04049	-	-
<i>A. clatrata</i> West et G. S. West	0,068	0,0578	0,100	0,085	0,100	0,085
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B-Peters et Geitl.	0,030	0,204	-	-	-	-
<i>Cianarcus hamiformis</i> Pasch.	0,006	0,0016	-	-	-	-

<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	0,060	0,051	0,020	0,017	-	-
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod.	0,004	0,0038	-	-	-	-
<i>G. lacustris f. compacta</i> (Lemm.) Elenk.	0,058	0,1044	0,060	0,108	0,038	0,0684
<i>Lyngbya circumcreta</i> G. S. West	-	-	0,002	0,0004	-	-
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg.	0,010	0,0012	0,046	0,00552	0,064	0,00768
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	0,080	0,0136	0,180	0,306	0,620	0,1054
<i>Microcystis pulvereae</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,160	0,6624	0,100	0,414	0,064	0,2649
<i>M. wesenbergii</i> Komarek	0,076	0,5168	0,090	0,612	0,040	0,272
<i>O. planctonica</i> Wolocz.	-	-	0,010	0,0017	-	-
<i>O. splendida</i> Grev.	0,024	0,0024	0,004	0,0004	0,002	0,0002
<i>O. tenuis</i> Ag.	0,044	0,00748	0,004	0,00068	0,012	0,00204
<i>Raphidioides mediterranea</i> Skuja	0,010	0,001	-	-	0,004	0,0004
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	0,030	0,00012	0,050	0,0004	-	-
<i>Romeria leopoliensis</i>	-	-	-	-	0,010	0,00004
<i>Tetrapedia gothica</i> Reisch.	0,004	0,00008	0,004	0,00008	-	-
<i>Tetrarcus</i>	-	-	-	-	0,006	0,00002

<i>ilsteri</i>						4
<i>Woronichiinia naegiliana</i> (Ung.) Elenk.	-	-	0,002	0,00014	-	-
Итого синезеленые	0,706	1,86503	0,724	1,75881	1,004	1,17348
Зеленые водоросли						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	0,220	0,0022	0,124	0,00124	-	-
<i>Chlorella sp.</i>						
<i>Chlamidomonas gelatinosa</i> Korsch.	-	-	0,002	0,00003 2	-	-
<i>Coelastrum micoiporum</i> Näg.	0,002	0,0136	-	-	0,002	0,0136
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	-	-	-	-	0,002	0,00533
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	0,016	0,00096	0,010	0,0006	0,008	0,00048
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	0,008	0,0028	0,004	0,0014	-	-
<i>Sc. communis</i> Hegew.	0,016	0,0048	0,008	0,0024	0,022	0,0066
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	0,042	0,00609	0,026	0,00377	0,016	0,00232
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs	-	-	-	-	0,006	0,0585
<i>Volvox aureus</i> Ehr.	-	-	0,032	0,0272	-	-
Итого зеленые	0,304	0,02949	0,206	0,03664	0,056	0,08683
Диатомовые водоросли						
<i>Cyclotella comensis</i> Grun.	0,006	0,00002 4	0,020	0,00008	0,016	0,00006 4
<i>C. meneghiniana</i>	-	-	-	-	0,004	0,00028

Kütz.						
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	-	-	-	-	0,004	0,00084
<i>Nitzschia communis</i> Rabenh.	-	-	0,006	0,00006	0,020	0,0002
Итого диатомовые	0,006	0,00022	0,026	0,00014	0,044	0,00138
Эвгленовые водоросли						
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.	-	-	-	-	0,002	0,00372
Итого эвгленовые	-	-	-	-	0,002	0,00372
Пирофитовые водоросли						
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	-	-	0,012	0,016	0,004	0,0084
Итого пирофитовые	-	-	0,012	0,016	0,004	0,0084
Итого общая численность и биомасса фитопланктона по пробам	1,016	1,89474	0,968	1,81159	1,11	1,27381

Всего средняя численность фитопланктона в сентябре месяце составляет 1,03 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 1,66 мг/л.

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет индекса сапробности представлен в таблице 22.

Таблица 22. – список видов индикаторов и показатели индекса сапробности

Таксон	Показатель сапробности	Макс. оценка обилия по балльной шкале	Сапробный индекс	Произведение сапробного индекса на обилие
	s	h	S	Sh

<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	β	3	2,0	6,0
<i>Aphanothece castagne</i> (Bréb.) Rabenh.	χ -o	3	0,65	1,95
<i>A. clatrata</i> West et G. S. West	β	5	1,7	8,5
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B-Peters et Geitl.	χ -o	2	0,65	1,3
<i>Cianarcus hamiformis</i> Pasch.				
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	β -o	3	1,6	4,8
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	β	3	2,0	6,0
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	β - α	9	2,45	22,05
<i>Microcystis pulvereae</i> (Wood.) Forti emend. Elenk.	o- β	9	1,6	14,4
<i>M. wesenbergii</i> Komarek	β	5	2,3	11,5
<i>Ostillatoria tenius</i> Ag.	α	3	2,85	8,55
<i>O. splendida</i> Grev.	α	2	3,0	6,0
<i>Rhabdoderma lineare</i> (Schmidle) Laut.	β	3	1,85	5,55
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	β	7	2,0	14,0
<i>Chlamidomonas gelatinosa</i> Korsch.	β - α	1	2,35	2,35
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	β	1	2,0	2,0
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	β	1	1,7	1,7
<i>Scenedesmus acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	β	2	2,2	4,4
<i>Sc. bijuga</i> (Turp.) Lagern.	β	1	2,0	2,0
<i>Sc. communis</i> Hegew.	β	2	2,0	4,0
<i>Sc. opoliensis</i> Richt.	β	3	2,0	6,0
<i>Staurostrum gracilis</i> Ralfs	o- β	1	1,5	1,5
<i>Volvox aureus</i> Ehr.	o- β	3	1,5	4,5
<i>Cyclotella comensis</i> Grun.	o	2	1,0	2,0
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	α - β	1	2,6	2,6
<i>Nitzschia communis</i> Rabenh.	β	2	2,0	6,0
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.	β	1	1,65	1,65
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	α	1	3,0	3,0

Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека		Сумма показателей обилия (h) = 79	Сумма произведений индикаторной значимости вида на оценку обилия (Sh) = 154,3
--	--	--------------------------------------	--

Условные обозначения: *s* – показатель сапробности; *o* – олигосапробность; *β* – бета-мезосапробность; *ρ* – полисапробность; *S* – сапробный индекс.

Значение индекса сапробности в сентябре месяце 2015 года равно 1,95. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). Процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. В условиях антропогенной нагрузки воды класса III формируются за счет минерализации загрязненных вод.

Приведенные данные показывают, что средняя численность фитопланктона находится на уровне от 0,98 до 1,00 млн. кл./л, лишь в сентябре она повышается до 1,03 млн. кл./л. Показатели биомассы в июне и июле составляют 2,21 и 2,62 мг/л. В августе месяце биомасса резко уменьшается, до 1,27 мг/л, а в сентябре повышается до 1,66 мг/л.

В изученных сообществах присутствуют виды загрязненных местообитаний, способные давать высокий прирост биомассы. Но, несмотря на это значение индекса сапробности относительно стабильно. В июне и сентябре оно равно 1,99 и 1,95 соответственно. В июле и августе индекс сапробности равен 2,02. Это показывает, что процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. В целом они поддерживаются на относительно стабильном уровне вследствие применения метода альголизаци.

Изменения индекса сапробности в течение сезона вегетации в мае-сентябре приведены в таблице 23.

Таблица 23. – сопоставление значений индекса сапробности S по месяцам (2014 г.)

Месяц	Значение индекса сапробности S
Май	2,06
Июнь	1,99
Июль	2,02
Август	2,02
Сентябрь	1,95

Сопоставление значений индекса сапробности по месяцам показывает их достаточно стабильное качество. Процессы самоочищения находятся в стадии обратимых изменений.

В целях наглядного отображения вышеизложенных материалов приведем графические изображения, характеризующие динамику изменения фитопланктонного сообщества в течение вегетационного сезона.

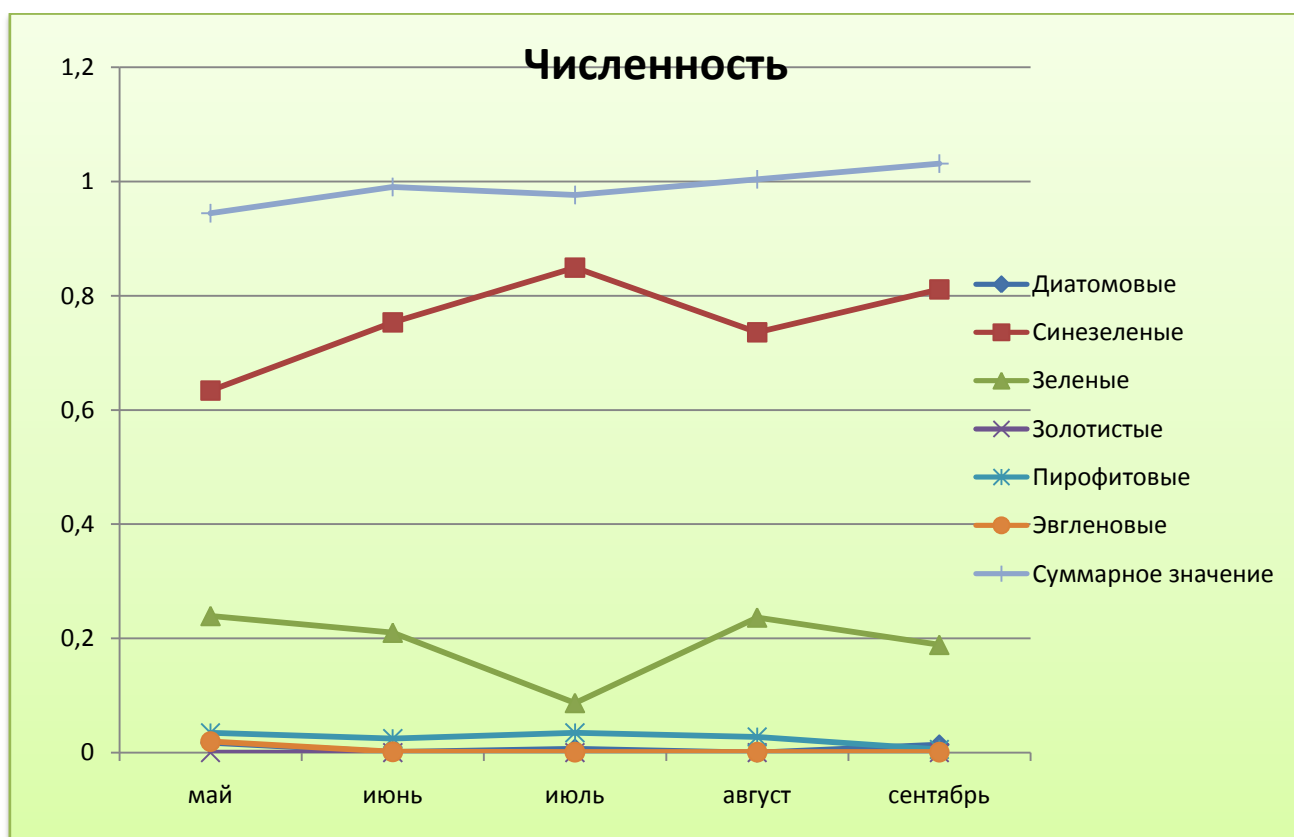


Рис 15 – динамика изменения численности фитопланктона Васильевского озера в течение вегетационного периода 2015 года

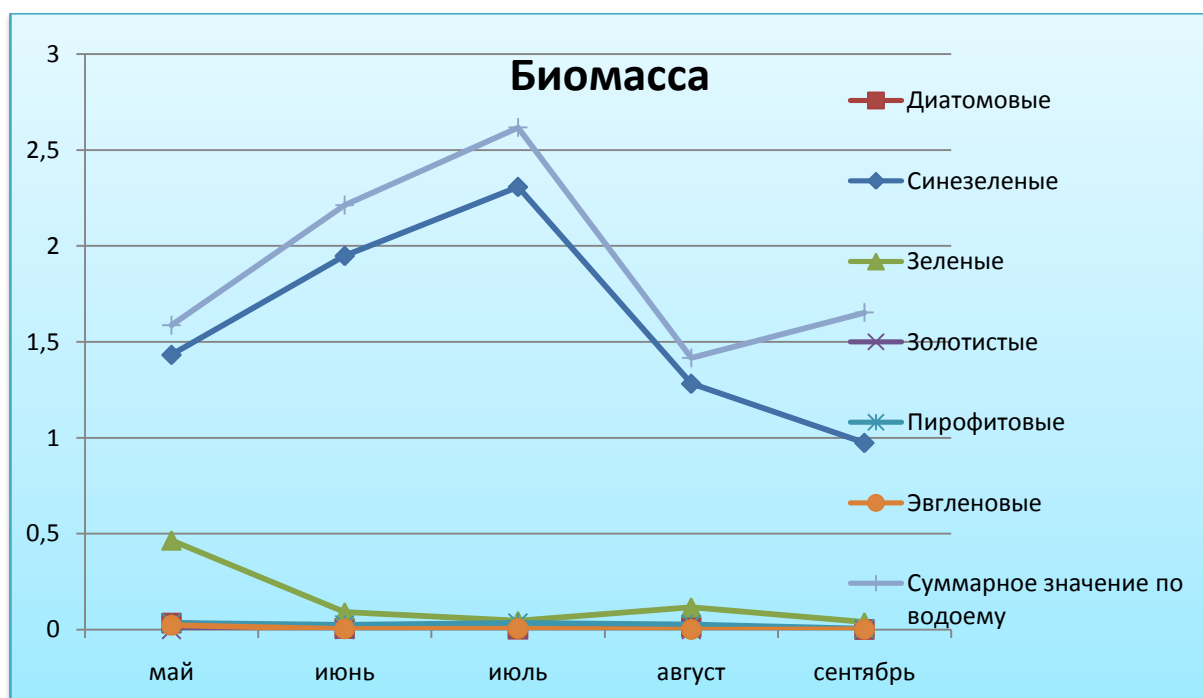


Рис 16 – динамика изменения биомассы фитопланктона Васильевского озера в течение вегетационного периода 2014 года

Приведем ряд графиков (рис. 17 – 22), отражающих сравнение численности и биомассы синезеленых и зеленых водорослей.

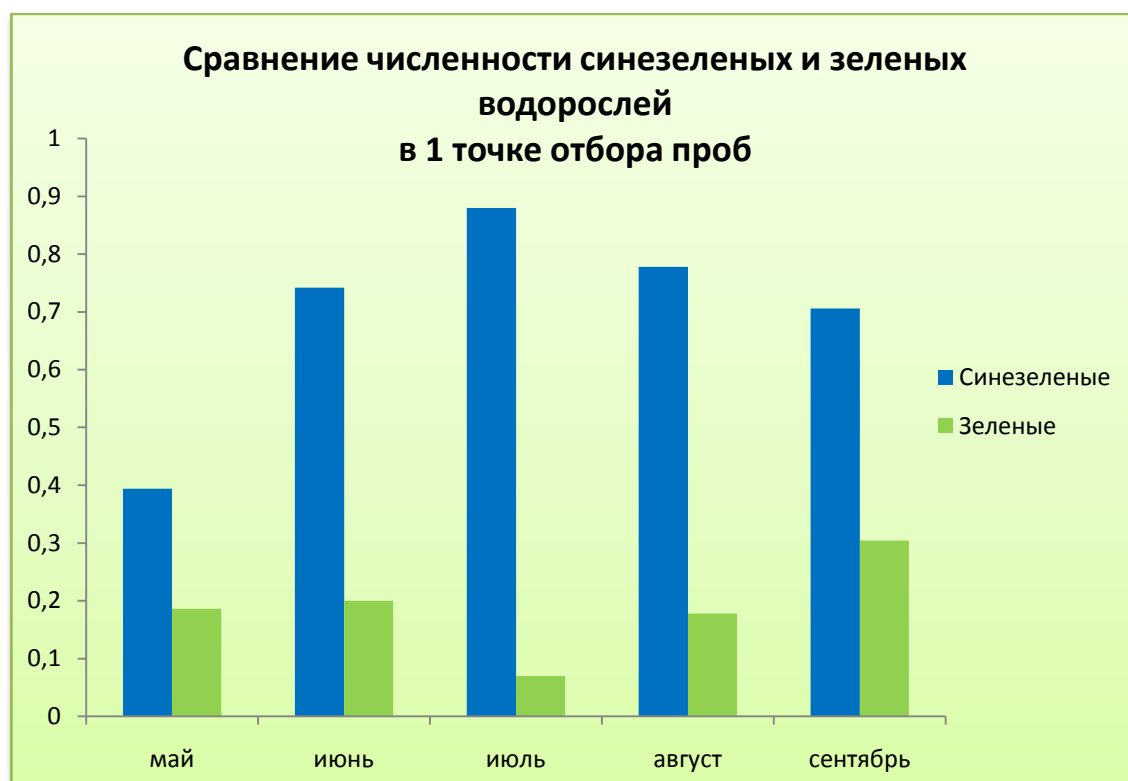


Рис. 17

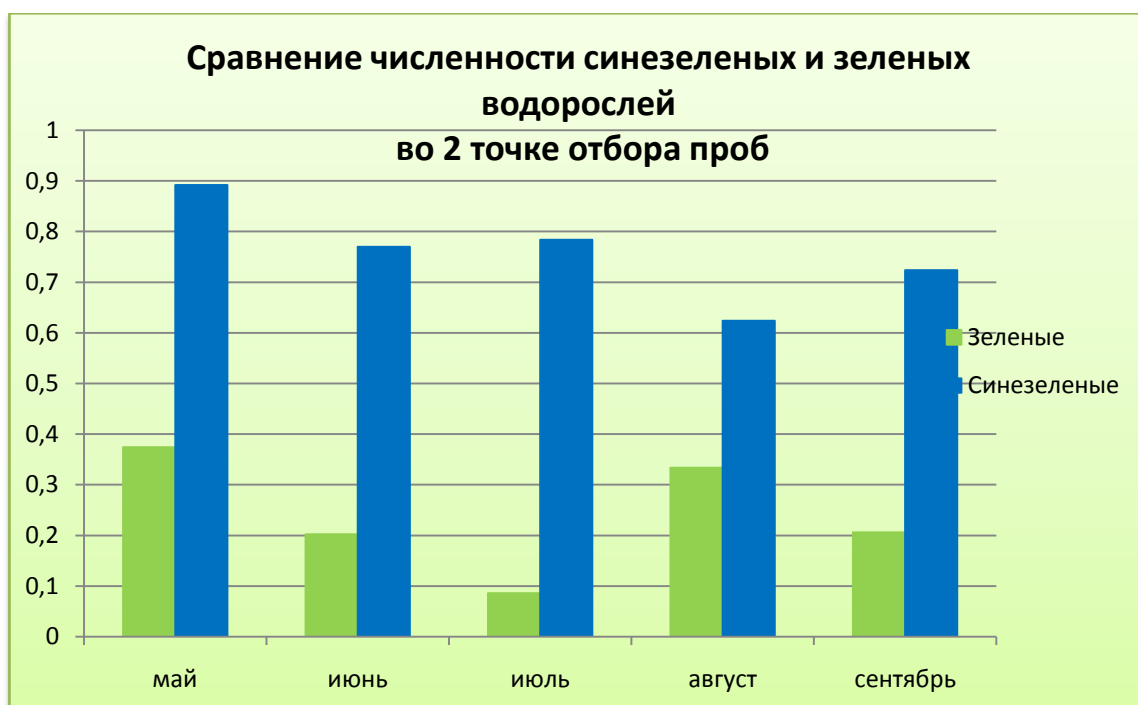


Рис. 18

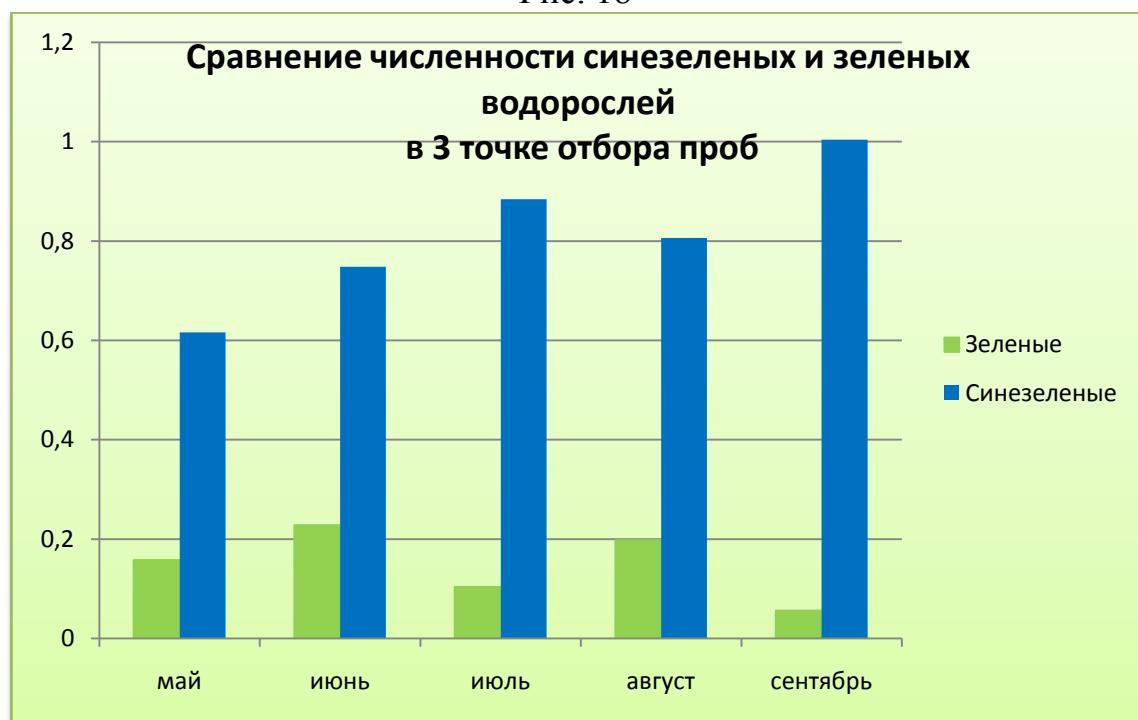


Рис. 19

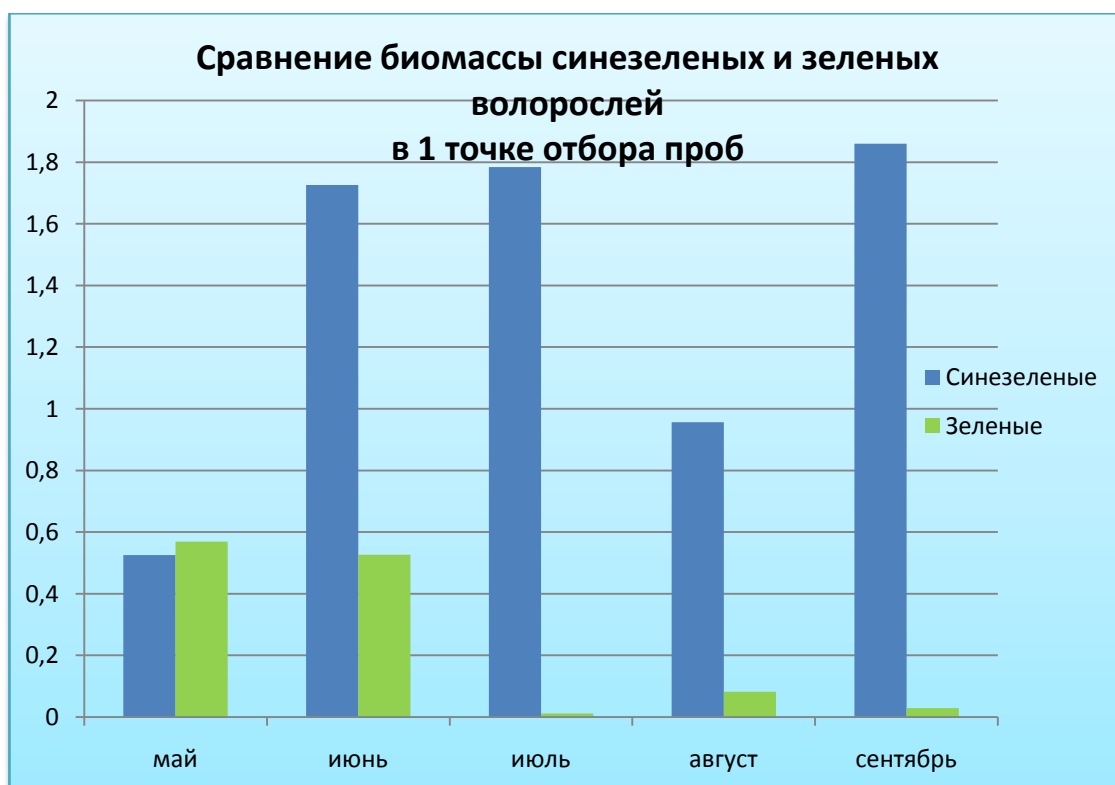


Рис. 20

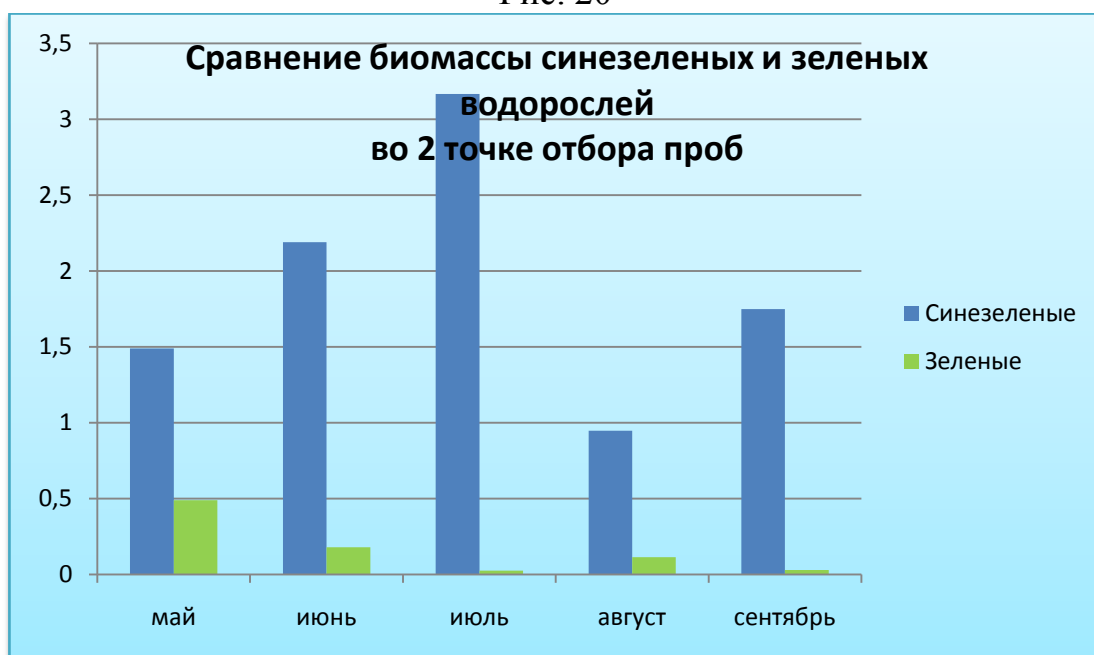


Рис. 21

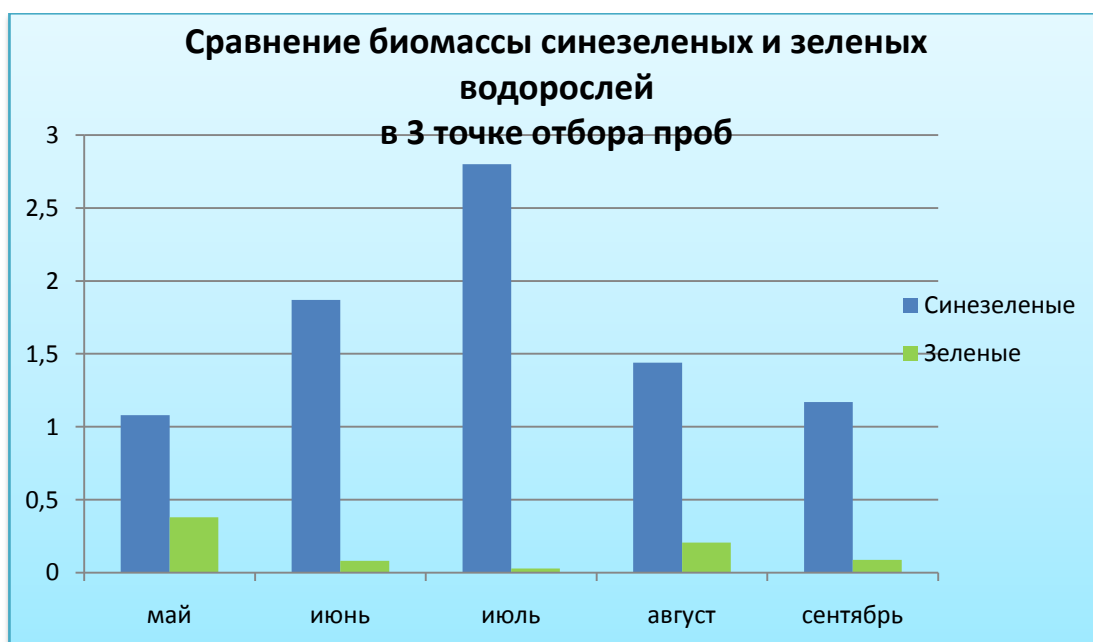


Рис. 22

Из приведенных графиков видно, что доминирующее положение в альгоценозе Васильевского озера занимают синезеленые водоросли.

Таким образом, для более эффективной работы в плане предотвращения «цветения» Большого Васильевского необходимо расширять перечень биологических способов реабилитации. Помимо интенсивной альголизации для нормализации гидробиологического состояния водоема необходимо производить вселение рыб-фитофагов, а именно тилапии вида *Oreochromis niloticus*.

3.3. Использованная литература

1. Диатомовый анализ. – Л., 1949-1950. – Кн.1-3.
2. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. – Л., 1974. – Т. I. – 403 с.
3. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. – Л., 1988. – Т. II. – Вып. 1. – 116 с.
4. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. – СПб., 1992. – Т. II. – Вып. 2. – 125 с.
5. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. – Л., 1974. – 60 с.
6. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. – М., 1975. – С. 73-108.
7. Определители пресноводных водорослей СССР. – М., 1953 (и др.). – Вып. 2-12.
8. Россолимо Л.Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора // М., 1977. – 144 с.

9. Сиренко Л.А. Физиолого-биохимические особенности синезеленых водорослей и задачи их изучения // “Цветение” воды. – Киев, 1969. – Вып. 2. – С. 7-64.

10. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Индикаторы сапробности. – М., изд-во СЭВ, 1977. – С. 21-31.

ВЫВОДЫ

1. Ведущим поллютантом является аммонийный азот. Он формирует высокие значения ИЗВ в весенние месяцы на лодочной станции, а также вносит существенный вклад в повышенные значения таких важных показателей качества воды как биохимическое и химическое потребление кислорода.
2. Проведенный анализ показал, что при повышении уровня растворенного кислорода, происходит интенсификация процессов самоочищения, интенсифицированных увеличением количества зеленых водорослей в фитопланктонном сообществе. Класс качества воды на второй и третьей точке в течение всего периода наблюдений – второй, на этом основании воды считаются чистыми. На первой точке из-за эпизодических повышений аммонийного азота, свидетельствующего о свежем поступлении загрязнения, в апреле и июне воды относились к 3 и 4 классу соответственно.
3. Структурный анализ фитопланктонного сообщества показал, что в 2015 году доминантное положение в альгоценозе по-прежнему занимают синезеленые водоросли. Но, хотим сделать важный вывод – в результате проведения альголизации снизилась численность и биомасса токсичных видов синезеленых водорослей.
4. Микроцистис является доминирующим родом синезеленых водорослей в альгоценозе Большого Васильевского озера. Тем не менее, как видно из рисунка 15 – при увеличении обилия зеленых водорослей, снижается количество синезеленых, и наоборот. Этот факт доказывает антагонистический характер взаимоотношений этих сочленов

альгоценоза и позволяет сделать вывод о том, что при имеющемся месте ежегодном перманентном увеличении обилия зеленых водорослей в структуре фитопланктонного сообщества Большого Васильевского озера, количество синезеленых водорослей будет снижаться.

5. Для нормализации гидробиологического состояния водоема необходимо в будущем году произвести вселение рыбы-фитофага – тиляпии рода *Oreochromis niloticus*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ И ВЕБ-ИСТОЧНИКОВ

1. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Р.В., Масюк Н.П. и др. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 608с.
2. Диатомовые водоросли пресных вод. Путь доступа: <http://www.diatomloir.eu/Diatodouces/eaudouce.html>
3. Лакин Г.Ф. Биометрия – М., 1996.
4. Немцева Н. В., Яценко-Степанова Т. Н., Бухарин О. В. Структурно-функциональная характеристика водорослевого сообщества и ее использование для определения экологического состояния пойменных водоемов // Журнал «Проблемы региональной экологии» №5, 2011.
5. Номоконова В. И., Выхристюк Л. А., Тарасова Н. Г. Трофический статус Васильевских озёр в окрестностях г. Тольятти // Известия Самарского научного центра Российской академии наук: журнал. — Самара, 2001. — В. 2. — Т. 3. — С. 274-283.
6. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240с.
7. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Индикаторы сапробности. – М., изд-во СЭВ, 1975. – С. 21-31.
8. Физико-географические условия Одинцовского района Московской области. Путь доступа: <http://festival.1september.ru/articles/637257/>
9. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. – М.: Наука, 2005. Т 2. – 337 с.
10. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. – М.: Наука, 2005 Т 1. – 281 с.