

ООО НПО "Альгобиотехнология"

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

В.Т. ЛУХТАНОВ



«2» декабря 2014 г.



ОТЧЁТ

по договору № 19/02-02 от 19.02.2014

за второй год проведения биологической реабилитации

Большого Васильевского озера методом коррекции альгоценоза

Воронеж, декабрь 2014г.

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.
Микробиолог, к.б.н.	Биломар Е.Е.
Старший эколог	Брычаева И. Е.
Эколог	Асминина Е. Ю.
Альголог	Цыганова Н. Л.
Гидробиолог	Киреева Н. В.
Нормоконтроль	Мухина Т.Ф.
Операторы установок	Балабаева Т. П., Кравченко Ю.И., Палагина Н.И.

Некоторые эколого-гидрохимические работы выполнены ЗАО
«Главный испытательный центр питьевой воды»;
Российская Федерация, 117571, г. Москва,
проспект Вернадского, 86; тел: +7 (495) 936-8-936 +7 (916)-2303 -916

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.....	6
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	8
2.1. Характеристика штамма <i>Chlorella vulgaris</i> ИФР № С-111.....	9
2.2. Методы исследований.....	11
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	13
3.1 Анализ гидрохимических данных.....	13
3.2 Анализ состояния альгоценоза (заключение)	23
3.3 Использованная литература	100
СПИСОК БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ И ВЭБ-ИСТОЧНИКОВ.....	102

4. ПРИЛОЖЕНИЯ

4.1. Приложение 1 Аттестат аккредитации ГОСТ Р лаборатории ЗАО «Главный испытательный центр питьевой воды».	
4.2. Приложение 2 Аттестат аккредитации, выданный Роспотребнадзором лаборатории ЗАО «Главный испытательный центр питьевой воды».	
4.3. Приложение 3 Сертификат ISO 9001 ENG, выданный ЗАО «Главный испытательный центр питьевой воды».	
4.4. Приложение 4 Сертификат ISO 9001 RUS, выданный ЗАО «Главный испытательный центр питьевой воды».	
4.5. Приложение 5 Приложение к сертификату ISO 9001 RUS, выданному ЗАО «Главный испытательный центр питьевой воды».	
4.6. Приложение 6 Акты выпуска водных биологических ресурсов, составленные в соответствии с Федеральным законом «Об аквакультуре» №148 ФЗ от 02.06. 2013 г.	
4.7. Приложение 7 Протокол отбора проб №1, составленный в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000.	
4.8. Приложение 8 Протоколы испытаний ЗАО «Главный испытательный центр питьевой воды».	

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 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 2013 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.

Задачами работы являются:

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

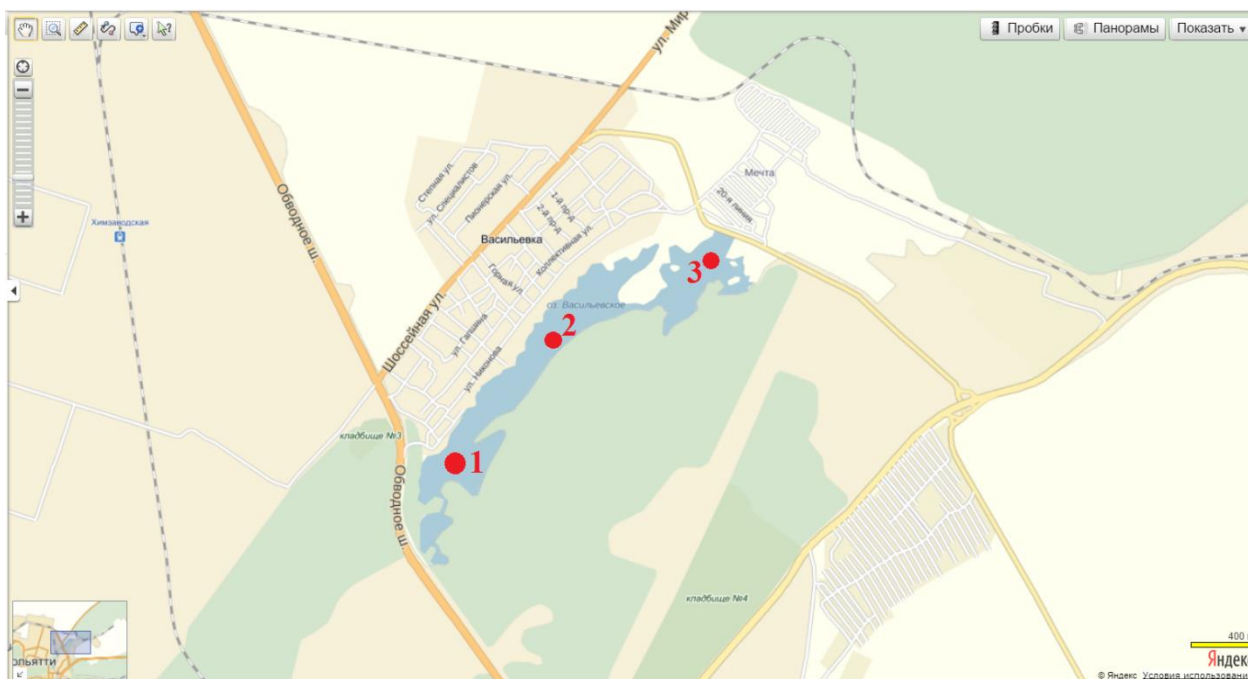


Рис.1. – точки альголизации и отбора проб на Большом Васильевском озере

Нижеследующий отчёт о проделанных работах составлен на 101 странице, содержит 24 рисунка, 9 таблиц. Общий список используемых библиографических и веб-источников включает 18 наименований.

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

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. 3 – 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 черноземные 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.

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

Кризисная экологическая ситуация в области, ее проблемы являются следствием размещения производительных сил без учета экологического фактора.

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

Вода Куйбышевского и Саратовского водохранилищ оценивается как «умеренно загрязненная» 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 – 0,30м. Много просек, которые периодически расчищаются, кроны деревьев сомкнуты.Р

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

На территории области имеются:- Лесхозы: Безенчукский, Б. Глушицкий, Камышлинский, Кинельский, 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 - 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 - слабоэллипсоидные, 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 агаризированной 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 5-8 мкм (Рис.5). Хлоропласт широкопоясковидный, незамкнутый.



Рис. 4 – 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 производилось согласно ТУ из архивного материала в производственных условиях ООО НПО «Альгобиотехнология» и организовано с использованием последних достижений в биотехнологии, сертифицировано по 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 НПО ООО «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.



Рис 5 – 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 синезелёных и зелёных водорослей было бы в пользу последних.

Известно, что между зелёными и синезелёными водорослями в планктоне складываются антагонистические отношения. Поэтому преобладание в водоёме представителей зелёных водорослей предотвращает массовое развитие синезелёных водорослей, предохраняя водоём от «цветения» синезелёными водорослями. Для повышения роли зелёных водорослей в предотвращении «цветения» воды синезелёными водорослями предложено проведение альголизации водоёма штаммом *Chlorella vulgaris* №С-111. Обладая планктонными свойствами, этот штамм проявляет выраженный антагонизм к синезелёным водорослям родов *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Oscillatoria* и *Microcystis*.

На сегодняшний день по четырехлетнему циклу уже проведена биологическая реабилитация Белоярского водохранилища и Нижнетагильского городского пруда. Продолжаются работы и по другим водным объектам. В независимости от назначения водоёма, подлежащего альголизации, ей предшествует так называемое проведение биологической пробы, описанное в следующей части отчёта.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Анализ гидрохимических данных

Отбор гидрохимических проб ежемесячно осуществлялся сотрудниками ООО НПО «Альгобиотехнология» и, в течение суток пробы доставлялись в ЗАО «Главный испытательный центр питьевой воды» (г. Москва). Пробы отбирались в трех географически привязанных точках (Таблица 6).

Табл. 6. 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 таблицу 7.

Таблица 7 – результаты гидрохимического анализа. Точка 1 (апрель – сентябрь 2014 г).

Показатели	Значение показателей						ПДК ¹	Нормативные документы
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
	24.04	29.05	30.06	4.08	22.08	26.09		
1. Аммоний-ион, мг/дм ³	4,90	0,52	0,65	1,68	0,90	0,46	1,5	ПНДФ 14.1:2.1-95 МВИ 01.1:1.2.4.16-05
2. БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	9,4	5,0	4,0	10,2	17,3	5,2	2,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
3. Взвешенные вещества, мг/дм ³	288,0	<3,0	8,0	20,0	36,0	<3,0	10,75	ПНДФ 14.1:2.110-97
4. Водородный показатель (рН), ед	7,6	8,1	9,3	9,3	9,5	9,4	6,5 – 8,5	ФР.1.31.2005.01774
5. Железо общее, мг/дм ³	0,76	0,17	0,12	0,25	0,31	0,15	0,3	ПНДФ 14.1:2.50-96 ГОСТ Р 51309-99
6. Марганец, мг/дм ³	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	0,010	<0,005	0,1	МУК 4.1.1516-03
7. Медь, мг/дм ³	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,030	Утратил силу	МУК 4.1.1504-03
8. Нефтепродукты, мг/дм ³	0,035	<0,005	<0,005	0,040	0,223	<0,005	0,3	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
9. Нитрат-анион, мг/дм ³	1,0	<0,1	<0,6	1,9	4,9	<0,1	45,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
10. Нитрит-анион, мг/дм ³	0,14	0,03	0,20	0,17	<0,02	0,22	3,3	ПНДФ 14.1:2.3-95
11. Растворенный кислород, мг/дм ³	5,8	7,4	7,3	<1,0	6,2	7,7	Не менее 4,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
12. Фосфаты, мг/дм ³	0,1	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	3,5	ГОСТ 18309-72 РД 52.24.382-2006
13. ХПК, мгО ₂ /дм ³	60,0	44,0	32,2	72,6	78,8	67,0	15	
14. Цинк, мг/дм ³	0,041	0,004	0,015	<0,0005	0,012	0,104	1	ПНД Ф 14.1:2:4.190-03
15 Запах, баллы	2	3	3	3	1	1	----	МУК 4.1.1504-03
16.Цветность, градусы	38	69	50	50	37	52	----	ГОСТ 3351-74
17.Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл		Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Не более 1000	
18. Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/ 100 мл		Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Не более 100	

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

Таблица 8 – результаты гидрохимического анализа. Точка 2 (апрель – сентябрь 2014 г).

Показатели	Значение показателей						ПДК ²	Нормативные документы
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
	24.04	29.05	30.06	4.08	22.08	26.09		
1. Аммоний-ион, мг/дм ³	3,35	0,52	0,71	1,24	0,58	0,33	1,5	ПНДФ 14.1:2.1-95 МВИ 01.1:1.2.4.16-05
2. БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,0	6,2	1,0	17,4	22,1	29,4	2,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
3. Взвешенные вещества, мг/дм ³	222,0	7,0	6,0	52,0	121,0	<3,0	10,75	ПНДФ 14.1:2.110-97
4. Водородный показатель (рН), ед	7,8	8,1	9,5	9,8	9,5	9,6	6,5 – 8,5	ФР.1.31.2005.01774
5. Железо общее, мг/дм ³	0,32	0,14	0,09	0,55	0,28	0,19	0,3	ПНДФ 14.1:2.50-96 ГОСТ Р 51309-99
6. Марганец, мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	0,1	МУК 4.1.1516-03
7. Медь, мг/дм ³	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,029	Утратил силу	МУК 4.1.1504-03
8. Нефтепродукты, мг/дм ³	0,043	<0,005	<0,005	<0,005	0,059	<0,005	0,3	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
9. Нитрат-анион, мг/дм ³	2,0	<0,1	<0,6	2,0	4,3	<0,1	45,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
10. Нитрит-анион, мг/дм ³	0,11	0,04	0,15	0,14	<0,02	0,20	3,3	ПНДФ 14.1:2.3-95
11. Растворенный кислород, мг/дм ³	7,8	7,3	4,8	1,50	6,6	7,5	Не менее 4,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
12. Фосфаты, мг/дм ³	0,1	0,11	<0,01	0,02	<0,1	0,10	3,5	ГОСТ 18309-72 РД 52.24.382-2006
13. ХПК, мгО ₂ /дм ³	32,9	82,4	20,8	88,2	121,0	158,0	15	
14. Цинк, мг/дм ³	0,021	<0,0005	0,026	<0,0005	0,021	0,096	1	ПНД Ф 14.1:2:4.190-03
15 Запах, баллы	2	3	3	3	2	1	----	МУК 4.1.1504-03
16.Цветность, градусы	32	74	60	59	37	48	----	ГОСТ 3351-74
17.Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл		Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Не более 1000	
18. Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл		Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Не более 100	

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

Таблица 9 – результаты гидрохимического анализа. Точка 3 (апрель – сентябрь 2014 г).

Показатели	Значение показателей						ПДК ³	Нормативные документы
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
	24.04	29.05	30.06	4.08	22.08	26.09		
1. Аммоний-ион, мг/дм ³	4,0	0,41	0,58	0,95	0,65	0,46	1,5	ПНДФ 14.1:2.1-95 МВИ 01.1:1.2.4.16-05
2. БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,1	2,8	<0,5	9,2	19,4	8,8	2,0	ПНД Ф 14.1:2.3:4.123-97
3. Взвешенные вещества, мг/дм ³	278,0	10,0	18,0	61,0	51,0	<3,0	10,75	ПНДФ 14.1:2.110-97
4. Водородный показатель (рН), ед	7,9	8,3	9,8	10,2	9,5	9,7	6,5 – 8,5	ФР.1.31.2005.01774
5. Железо общее, мг/дм ³	0,21	0,15	0,61	0,68	0,30	0,17	0,3	ПНДФ 14.1:2.50-96 ГОСТ Р 51309-99
6. Марганец, мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	0,1	МУК 4.1.1516-03
7. Медь, мг/дм ³	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,033	Утратил силу	МУК 4.1.1504-03
8. Нефтепродукты, мг/дм ³	0,044	<0,005	<0,005	<0,005	0,051	<0,005	0,3	ПНД Ф 14.1:2.4.128-98
9. Нитрат-анион, мг/дм ³	1,1	<0,1	<0,6	1,3	2,0	<0,1	45,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
10. Нитрит-анион, мг/дм ³	0,14	0,17	0,15	0,22	<0,02	0,16	3,3	ПНДФ 14.1:2.3-95
11. Растворенный кислород, мг/дм ³	7,1	7,3	4,9	1,81	5,6	7,2	Не менее 4,0	ПНД Ф 14.1:2.3:4.123-97
12. Фосфаты, мг/дм ³	0,1	0,18	<0,01	<0,1	<0,01	0,05	3,5	ГОСТ 18309-72 РД 52.24.382-2006
13. ХПК, мгО ₂ /дм ³	33,3	13,0	5,5	82,7	141,0	71,9	15	
14. Цинк, мг/дм ³	0,018	<0,0005	0,012	<0,0005	0,016	0,216	1	ПНД Ф 14.1:2.4.190-03
15 Запах, баллы	2	2	2	3	2	1	----	МУК 4.1.1504-03
16.Цветность, градусы	31	73	60	57	36	48	----	ГОСТ 3351-74
17.Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл		Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Не более 1000	
18. Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/ 100 мл		Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Менее 50	Не более 100	

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

Из приведенных таблиц (7,8,9) видно, что приоритетными загрязняющими веществами являются:

а) биогенный компонент – аммонийный азот. Его повышенное содержание в течение вегетационного сезона объясняется свежим поступлением органического материала (фекальные и ливневые стоки). В дальнейшем его содержание значительно снижается за счет работы гидробионтов – нитрификаторов и денитрификаторов, которые переводят данную форму азота в нитритную, а затем в нитратную. Следует отметить, что в течение вегетационного сезона, при вселении хлореллы происходит интенсификация развития зеленых водорослей, и следовательно, катализируются фотосинтетические реакции, способствующие насыщению воды кислородом, необходимым для деятельности данных аэробных организмов. В июле, когда температура воды в озере достигает сезонного максимума, содержание растворенного кислорода существенно снижается, и активность этих бактерий также снижается.

б) взвешенные вещества. Наибольшее их количество отмечено в начале вегетационного сезона, что может быть объяснено осаждением полимиктовых частиц при снеготаянии. Расчет ИЗВ показал, что взвешенные вещества наряду с биогенными ухудшают качество воды в конце весны-начале лета (паводок).

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 сбросами фекальных вод.

По сути, 2014 год можно считать первым 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 2015 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 10, содержащую информацию о ранжировании качества воды Васильевского озера в течение вегетационного сезона на основе индекса загрязнения воды.

точка	В1			В2			В3		
2014	ИЗВ	класс	воды	ИЗВ	класс	воды	ИЗВ	класс	воды
апрель	3,9	4	ЗАГ	2,7	4	ЗАГ	1,9	3	УЗАГ
май	0,5	2	Ч	0,7	2	Ч	0,4	2	Ч
июнь	0,5	2	Ч	0,3	2	Ч	0,5	2	Ч
июль	1,1	3	УЗАГ	1,9	3	УЗАГ	1,6	3	УЗАГ
август	1,7	3	УЗАГ	2,8	4	ЗАГ	2,1	4	ЗАГ
сентябрь	0,6	2	Ч	2,1	4	ЗАГ	0,8	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

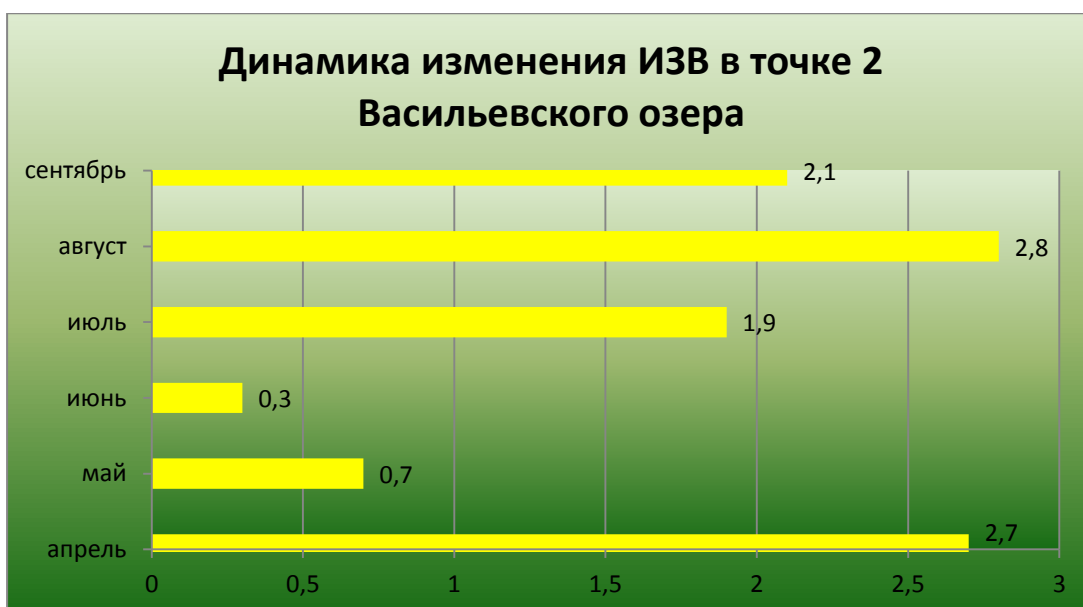


Рис. 7

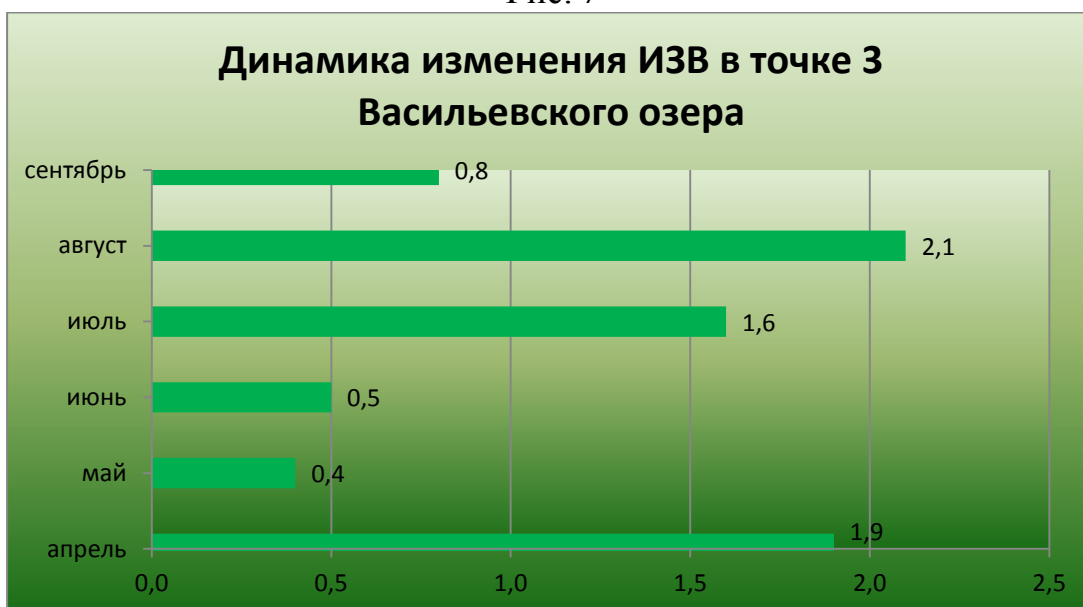


Рис. 8

Из данных гистограмм четко видно, что по мере продвижения от первой к третьей точке, значение ИЗВ имеет тенденцию к возрастанию. Максимальные значения ИЗВ характерны для середины озера.

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

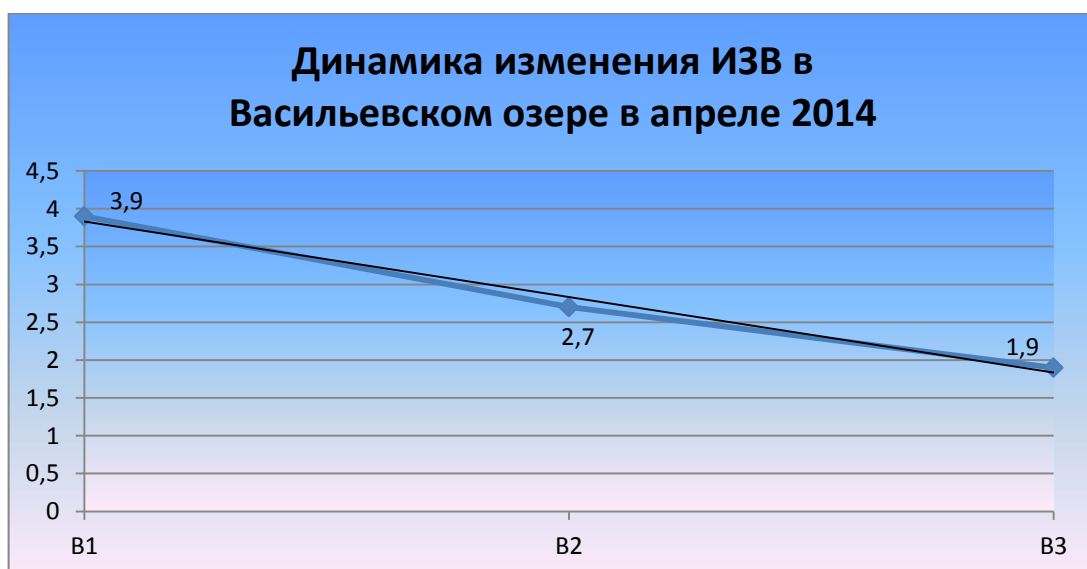


Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11

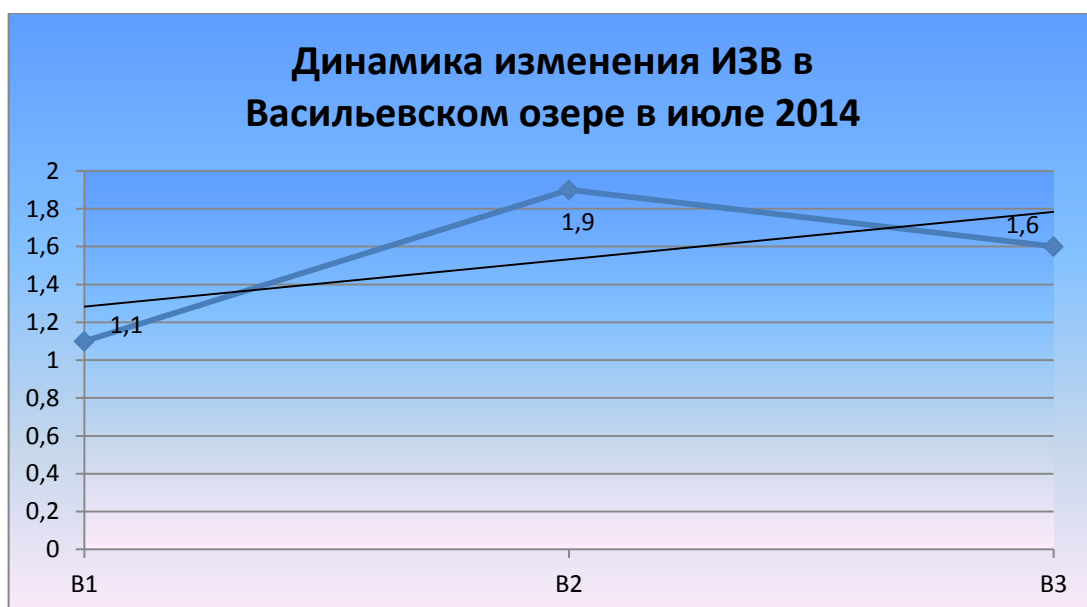


Рис. 12



Рис. 13

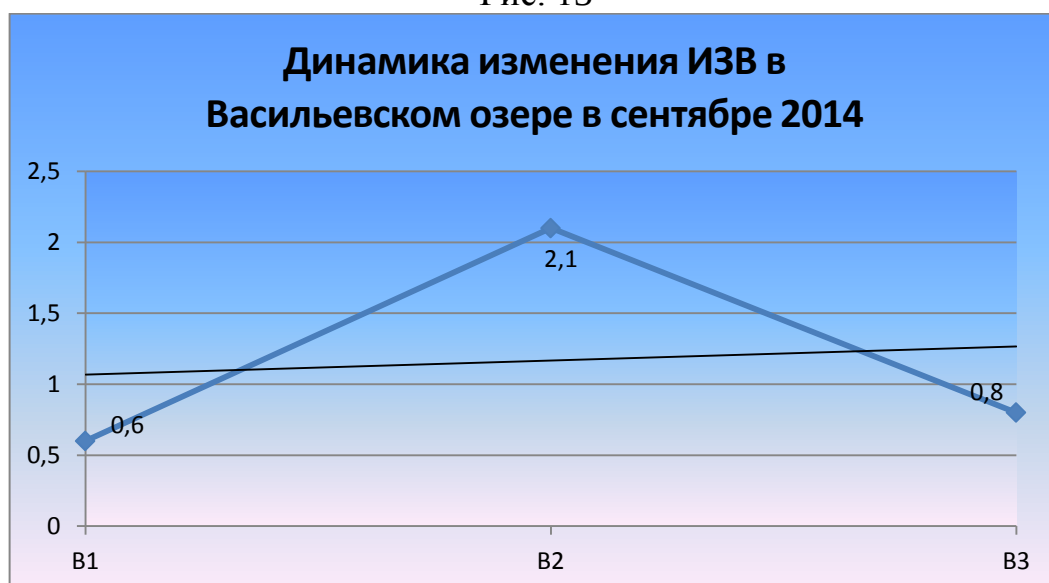


Рис. 14

Из приведенных графиков (Рис. 9 – 14) хорошо видно, что самой грязной является точка №2.

И все же для определения однозначного влияния альголизации на улучшение качества воды в Вапсильевском озере необходимы как минимум четырехлетние исследования.

В этом случае данные будут статистически достоверны, и при помощи соответствующих методов анализа, исключающих случайные значения, можно будет сделать ясные выводы об улучшении качества воды.

Но, как показывает наша многолетняя практика проведения биологической реабилитации водоемов за счет альголизации, на каждом из них происходило улучшение качества воды, например, за три года удалось довести воду Матырского водохранилища ($S = 46 \text{ км}^2$) до второго класса чистоты.

Плюс ко всему, со следующего года, для необходимо производить вселение фитофагов (белого и пестрого толстолобика) для оптимизации борьбы с «цветением» водоема и нормализации его гидробиологического состояния.

3.2 Анализ состояния альгоценоза

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПО ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ВАСИЛЬЕВСКОГО ОЗЕРА ПО ПРОБАМ ФИТОПЛАНКТОНА

Март и апрель 2014 года

Методика изучения сообществ фитопланктона

При изучении сообществ фитопланктона объектом исследований являются низшие микроскопические водоросли. Пробы фитопланктона р. Сетунька были отобраны в апреле 2014 года. Они концентрировались методом осаждения. Для таксономического определения низшие водоросли изучались в световом микроскопе с использованием соответствующих определителей [1-4, 7]. 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.

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон, в пробах, отобранных в марте и апреле 2014 года, доминируют диатомовые (наблюдаются в пробе 3) и зеленые (пробы 1-3) водоросли, встречены также эвгленовые, золотистые и синезеленые (табл. 10).

Таблица 10 – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей по месяцам обследования (март, апрель 2014 г.)

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Март								
Синезеленые	-	-	1	1	-	-	1	1
Зеленые	3	3	7	6	4	4	12	9

Диатомовые	-	-	-	-	15	9	15	9
Эвгленовые	1	1	1	1	2	2	2	2
Золотистые	-	-	1	1	1	1	2	2
Апрель								
Синезеленые	6	6	5	5	4	4	9	7
Зеленые	9	7	6	5	6	5	9	7
Диатомовые	4	4	4	4	6	6	8	7
Эвгленовые	1	1	1	1	1	1	1	1

В марте месяце в пробах фиопланктона среди синезеленых в пробе В-2 наблюдается вид *Pleurocapsa minor* Hansg. emend. Geitl., характерный для стоячих вод.

Эвгленовые водоросли встречаются с оценками «в массе» и «очень часто» наблюдаются в пробах В-2 (середина озера, оценка обилия «очень часто») и В-1 (лодочная станция, оценка «нередко»). Это *Trachomonas oblonga* Lemm. Вид имеет оценку обилия «нередко», проба В-2.

Среди микроскопических зеленых водорослей с оценками обилия «очень часто», «часто», «нередко» наблюдаются в пробах В-1 и В-2 распространены *Eulacatotrix gelatinosa* Wille, *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh., *Volvox aureus* Ehr., *Scenedesmus acuminatum* (Lagerh.) Chod., *Sc. arcuatus* Lemm. и др.

Среди зеленых водорослей в пробах В-3 (пляж) и В-2 (середина озера) наблюдается *Chlorella* sp. С оценками обилия «в массе» и «очень часто» составляют 46% и 14,6% от общего числа подсчитанных микроскопических водорослей соответственно.

Диатомовые водоросли насчитывают 15 таксонов, принадлежащих 9 родам. Они наблюдаются в пробе В-3 (пляж). С оценками «нередко» распространены *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun., *Synedra actinastroides* Lemm., «единично», «редко» *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehr.) Grun., *Synedra montana* Krasske, *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Navicula viridula* Kütz. и др.

Золотистые водоросли представляют 2 вида, принадлежащие 2 родам. Это *Tribonema ulotrichoides* Pasch. и *Mallomonas acaroids* Perty.

В апреле месяце в пробах фиопланктона среди синезеленых распространены *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Laut. emend. Hollerb., *Merisvopedia tenuissima* Lemm., *Dactylococcopsis acicularis* Lemm., *Aphanotheca castagne* (Bréb.) Rabenh. и др. Среди эвгленовых водорослей с оценками «единично» и «редко» наблюдается *Trachomonas oblonga* Lemm. Микроскопические зеленые водоросли с оценками обилия «очень часто»,

«часто», «нередко» представляют *Actinastrum hantzschii* Lagerh., *Scenedesmus acuminatum* (Lagerh.) Chod., *Sc. communis* Hegew., *Eulacatotrix gelatinosa* Wille, *Volvox aureus* Ehr. и др.

Среди зеленых водорослей наблюдается *Chlorella* sp. С оценками обилия “единично” и “нередко” она составляет до 4% от общего числа микроскопических водорослей.

В составе датомовых водорослей доминируют *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg., *Cyclotella atomus* Hust., наблюдаются *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun., *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehr.) Grun., *Synedra montana* Krasske и др.

Общий систематический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в марте 2014 года приведен в таблице 11.

Таблица 11 – систематический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (март 2014 г.)

Таксон	Лодочная станция		Середина озера		Пляж	
	Ср. числ. млн.к л./л	Биома сса Мг/л	Ср. числ. млн.к л./л	Биома сса мг/л	Ср. числ. млн.к л./л	Биома сса мг/л
Март месяц						
Синезеленые водоросли						
<i>Pleurocapsa minor</i> Hansg. emend. Geitl.	-	-	0,008	0,006	-	-
Синезеленые	-	-	0,008	0,006	-	-
Зеленые водоросли						

Eulacatotrix gelatinosa Wille	0,120	0,018	0,048	0,072	-	-
Tetrastrum staurogeniaef ormis (Schroed.) Lemm.	-	-	0,002	0,0008	-	-
Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerh.	0,006	0,009	-	-	-	-
Gonium pectorale Müll.	0,003	0,002	-	-	-	-
Scenedesmus arcuatus Lemm.	-	-	0,008	0,0005 6	-	-
Sc. acuminatum (Lagerh.) Chod.	-	-	0,015	0,0009	-	-

Sc. communis Hegew.	-	-	-	-	0,002	0,0000 6
Volvox aureus Ehr.	-	-	0,016	0,0064	0,002	0,0008
Chlorella sp.	-	-	0,024	0,0116	0,345	0,1704
Зеленые	0,129	0,129	0,113	0,0922 6	0,0349	0,1812 6
Эвгленовые водоросли						
Ascoglena vaginicola Popova	-	-	-	-	0,002	0,338
Trachemonas oblonga Lemm.	0,120	2,03	0,032	0,542	0,003	0,0500 8
Эвгленовые	0,120	2,03	0,032	0,542	0,003	0,0500 8
Золотистые водоросли						
Mallomonas acaroides Perty	-	-	0,008	0,1324	-	-
Tribonema	-	-	-	-	0,100	0,167

ulotrichoides Pasch.						
Золотистые	-	-	0,008	0,1324	-	-
Диатомовые водоросли						
Stephanodisc us hantzschii Grun.i	-	-	-	-	0,003	0,0002 1
Fragilaria construens (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	0,120	0,0096
F. construens var. venter (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	0,006	0,0009
Synedra actinastroides Lemm.	-	-	-	-	0,160	0,0288
S. montana Krasske	-	-	-	-	0,02	0,04
S. ulna (Nitzsch.)	-	-	-	-	0,012	0,0096

Ehr.						
Gomphonema parvulum (Kütz.) Grun.	-	-	-	-	0,003	0,006
G. parvulum var. subelliptica Cl.	-	-	-	-	0,003	0,006
G. ventricosum Greg.	-	-	-	-	0,002	0,0002
Navicula viridula (Kütz.)	-	-	-	-	0,002	0,0001 2
Pinnularia microstauron var. brebissonii (Kütz.) Hust.	-	-	-	-	0,002	0,0108
Neidium dubium (Ehr.)	-	-	-	-	0,016	0,0864

Cl.						
Stauroneis anceps Ehr.	-	-	-	-	0,010	0,0221 6
Nitzschia holsatica Hust.	-	-	-	-	0,060	0,0036
N. subvitreata Hust.	-	-	-	-	0,010	0,005
Диатомовые	-	-	-	-	0,429	0,3507 9
Общая численность и биомасса	0,249	2,159	0,161	0,7726 6	0,781	0,5821 3

Всего средняя численность фитопланктона в марте месяце составляет 0,40 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 1,17мг/л.

Общий систематический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в апреле 2014 года приведен в таблице 12.

Таблица 12 – систематический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (апрель 2014 г.)

Таксон	Лодочная станция		Середина озера		Пляж	
	Ср.	Биома	Ср.	Биома	Ср.	Биома

	числ. млн.к л./л	сса Мг/л	числ. млн.к л./л	сса Мг/л	числ. млн.к л./л	сса Мг/л
Апрель месяц						
Синезеленые водоросли						
Aphanotheca castagne (Bréb.) Rabenh.	0,045	0,0675	0,450	0,6075	0,120	1,8
A. clatrata W. et G. S. West.	-	-	0,030	0,0000 4	-	-
Dactylococco psis irregularisG. M. Smith.	0,033	0,0082 5	0,075	0,0018 8	0,030	0,0083
Merismopedia tenuissima Lemm.	0,300	0,0145	0,465	0,2248	-	-
Lyngbya limnetica	0,006	0,0003	-	-	-	-

Lemm.						
Ostillatoria limnetica Lemm.	-	-	0,006	0,0003 6	-	-
O. planctonicaW olosz.	0,002	0,0010 2	-	-	0,015	0,0009
Phormidium foveolarum(M ont.) Grun.	-	-	-	-	0,030	0,0011 3
Rhabdoderma lineare Schmidle et Laut. emend. Hollerb.	0,300	0,0012	-	-	-	-
Синезеленые	0,686	0,0927 7	1,026	0,8345 8	0,195	1,8103 3
Зеленые водоросли						
Actinastrum hantzschii	0,090	0,0027	0,210	0,0063	1,110	0,0334

Lagerh.						
Eulacatotrix gelatinosa Wille	0,015	0,0224 6	0,015	0,0224 6	0,045	0,0674
Koliella longiseta (Vischer.) Hind.	0,060	0,015	0,030	0,0075	0,045	0,0057
Scenedesmus arcuatus Lemm.	0,012	0,0008 4	-	-	-	-
Sc. acuminatum (Lagerh.) Chod.	0,030	0,0021	0,030	0,0021	0,075	0,0052 5
Sc. communis Hegew.	0,015	0,0000 45	0,045	0,0001 4	0,039	0,0002 9
Volvox aureus Ehr.	0,015	0,006	-	-	0,015	0,006
Pediastrum duplex Meyen	0,003	0,01	-	-	-	-
Chlorella sp.	0,060	0,0039	0,015	0,0009	-	-

		2		8		
Зеленые	0,3	0,0630	0,345	0,0394	1,329	0,1180
		7		8		4
Эвгленовые водоросли						
Trachemonas	0,015	0,0003	0,030	0,0007	0,015	0,0003
oblonga		75		5		8
Lemm.						
ЭВГЛЕНОВЫЕ	0,015	0,0003	0,030	0,0007	0,015	0,0003
		75		5		8
Диатомовые водоросли						
Stephanodiscu	0,630	1,0711	0,015	0,0255	0,030	0,051
s binderonus						
(Kütz.) Krieg.						
Cyclotella	0,060	0,0002	0,075	0,0003	0,360	0,0014
atomus Hust.		4				4
Fragilaria	0,015	0,0037	-	-	-	-
brevistriata						
Grun.						
F. construens	-	-	-	-	0,090	0,0003
var. venter						6

(Ehr.) Grun.						
Synedra montana Krasske	-	-	0,015	0,012	-	-
Navicula cryptocephala Kütz.	-	-	-	-	0,006	0,003
Nitzschia acicularis W. Sm.	0,045	0,0076 5	0,006	0,0010 2	0,006	0,0010 2
Cymatopleura solea (Breb.) W. Sm.	-	-	-	-	0,009	0,0201
Диатомовые	0,75	1,0826 9	0,111	0,0388 2	0,501	0,0769 2
Общая численность и биомасса	1,751	1,2389 05	1,512	0,9136 3	2,04	2,0056 7

Всего средняя численность фитопланктона в апреле месяце составляет 1,73 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 1,38 мг/л.

Таксономический состав микроскопических водорослей характеризует экологическое состояние водной среды. Низшие водоросли чутко реагируют

состояние гидрохимических и гидрофизических показателей, что и положено в основу метода биоиндикации при оценке степени антропогенного загрязнения водоемов [5, 6, 8-10].

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет класса качества вод в марте и апреле представлен в таблице 13.

Таблица 13 – 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
Март месяц				
<i>Eulacatotrix gelatinosa</i> Wille	o	7	2,2	15,4
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.	β	1	1,8	1,8
<i>Sc. acuminatum</i> (Lagerh.) Chod.	β	5	2,2	11
<i>Sc. communis</i> Hegew.	β	1	2	2
<i>Tetrastrum staurogeniaeformis</i> (Schroed.) Lemm.	β	1	2,2	2,2
<i>Hydrodictyon reticulatum</i> (L.) Lagerh.	β	5	1,85	9,25

<i>Volvox aureus</i> Ehr.	o-β	3	1,5	4,5
<i>Gonium pectorale</i> Müll.	ρ-α-β	1	3,25	3,25
<i>Trachemonas oblonga</i> Lemm.	ρ	7	2	14
<i>Tribonema ulotrichoides</i> Pasch.	o	3	1	3
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	α	1	2,7	2,7
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.	β	5	2	10
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	β	1	2	2
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	β	2	1,95	3,9
<i>Navicula viridula</i> Kütz.	α	1	2,8	2,8
<i>Neidium dubium</i> (Ehr.) Cl.	β-α	1	2,4	2,4
<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	β	1	1,95	1,95
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 2,00$		Сумма показат елей обилия (h) = 46		Сумма произведе ний индикатор ной значимост и вида на оценку обилия (Sh) = 92,15
Апрель месяц				

Eulacatotrix gelatinosa Wille	o	2	2,2	4,4
Scenedesmus arcuatus Lemm.	β	1	1,8	1,8
Sc. acuminatum (Hagerh.) Chod.	β	2	2,2	4,4
Sc. communis Hegew.	β	3	2	6
Volvox aureus Ehr.	o- β	1	1,5	1,5
Trachemonas oblonga Lemm.	ρ	2	2	4
Stephanodiscus binderana (Kütz.) Krieg.	α	9	2	18
C. comensis Grun.	o	1	1,0	1,0
Fragilaria construens var. venter (Ehr.) Grun.	β	3	2	6
Navicula cryptocephala Kütz.	α	1	2,7	2,7
Cymatopleura solea (Bréb.) W.Sm.	β - α	1	2,35	2,35
Aphanothece clathrata W.et G.S. West	β	2	2,7	5,4
Merismopedia tenuissima Lemm.	β - α	7	2,45	17,25
Ostillatoria limnetica Lemm.	o- β	1	1,4	1,4
Phormidium foveolarum Oomont	α	1	3	3
Rhabdoderma lineare Schmidle et Laut.	β	7	1,85	12,95
Индекс сапробности по Пантле и		Сумма показат		Сумма произведе

Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 2,15$		елей обилия (h) = 44		ний индикатор ной значимост и вида на оценку обилия (Sh) = 92,65
--	--	-----------------------------------	--	--

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

Значение индекса сапробности в марте месяце показывает $S = 2,00$, в апреле месяце увеличивается до $S = 2,15$. Воды относятся к классу III – “Умеренно (слабо) загрязненные” (в пределах 1,51-2,50). По степени сапробности воды являются бетамезосапробными (β). Процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений.

Май 2014 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон, в пробах, отобранных в мае 2014 года, доминируют зеленые и синезеленые водоросли, наблюдаются также эвгленовые и диатомовые (табл. 14).

Таблица 14 – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей (май 2014 г.)

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Диатомовые	-	-	-	-	4	3	4	3
Зеленые	10	7	13	11	4	2	14	11
Эвгленовые	1	1	1	1	2	2	3	3
Синезеленые	10	8	7	6	7	6	14	9

Среди зеленых с оценками обилия «нередко», «часто», «очень часто» *Scenedesmus opoliensis* Richt., *S. acuminatum* (Lagerh.) Chod., *Sc. communis* Hegew., *Coelastrum microporum* Näg., *Actinastrum hantzscii* Lagerh. и другие. В пробе С-2 наблюдается (*Chlorella* sp.), которая имеет оценку обилия «единично». Синезеленые наблюдаются с оценками обилия «единично», «редко». Это *Ostillatoria planctonica* Wolocz., *Aphanothece castagne* (Bréb.) Rabenh., *A. stagnina* (Spreng.) B.-Peters. Et Geitl., *Anabaena constricta* (Staf.) Geitl., *A. tenericaulis* Nygnard, *Merismopedia tenuissima* Lemm. и мн. др.

В составе эвгленовых с оценками «нередко», «редко», «единично» наблюдаются *T. planctonica* Switr., *Phacus caudatus* Hübner и *Monomorphina pyrim* (Ehr.) Mereschk. Среди диатомовых с невысокими оценками обилия «единично» наблюдаются планктонные *Cyclotella atomus* Hust. и *C. meneghiniana* Kütz.

Общий систематический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в мае 2014 года приведен в таблице 15.

Таблица 15. – систематический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (май 2014 г.)

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср.	Биома	Ср.	Биома	Ср.	Биома
	числ.	сса	числ.	сса	числ.	сса
	млн.к	Мг/л	млн.к	мг/л	млн.к	мг/л
	л./л		л./л		л./л	
Диатомовые водоросли						
<i>Cyclotella</i>	0,010	0,0000	-	-	0,010	0,0000
<i>atomus</i> Hust.		4				4
<i>C.</i>	-	-	-	-	0,010	0,0007
<i>meneghinian</i>						

a Kütz.						
Fragilaria construens var. venter (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	0,006	0,0000 3
Anomoeonei s sphaerophor a (Kütz.) Pfitz.	-	-	-	-	0,010	0,0083
Диатомовые	0,010	0,0000 4	-	-	0,036	0,00907
Зеленые водоросли						
Actinastrum hantzschii Lagern.	0,100	0,003	0,060	0,0018	0,140	0,0042
Bulvochaete mirabilis Wittr.	-	-	0,020	0,0000 8	-	-
Coelastrum micoiporum	0,006	0,0408	0,010	0,068	-	-

Näg.						
Gloeotilia spiralis Chod.	0,010	0,0017	0,002	0,0003 4	-	-
Elacatotrix gelatinosa Wille	-	-	0,010	0,015	-	-
Kotiella longiseta (Vischer) Hind.	0,006	0,0015	0,020	0,005	-	-
Pediastrum duplex Meyen	0,004	0,0168	0,004	0,0172	-	-
Tetraëdron minimum (A. Br.) Hansg.	0,012	0,0204	0,020	0,034	-	-
Chlorella sp.	-	-	0,004	0,0066 1	-	-

Scenedesmus acuminatum (Lagerh.) Chod.,	0,030	0,0018	0,060	0,0036	0,060	0,0036
Sc. bijuga (Turp.) Lagern.	0,002	0,0007	-	-	-	-
Sc. communis Hegew.	0,064	0,0019 2	0,040	0,0012	0,120	0,0036
Sc. opoliensis Richt.	0,070	0,0084	0,020	0,0024	0,040	0,0048
Volvolina steinii Playt.	-	-	0,010	0,042	-	-
Зеленые	0,304	0,09702	0,280	0,19723	0,360	0,0162
Эвгленовые водоросли						
Monomorpha na pyrim (Ehr.) Mereschk.	-	-	-	-	0,010	0,009

Phacus caudatus Hübner	-	-	-	-	0,010	0,0186
Trachemona s planctonica Switr.	0,040	0,0714	0,030	0,0558	-	-
Эвгленовые	0,040	0,0714	0,030	0,0558	0,020	0,0276
Синезеленые водоросли						
Anabaena constricta (Staf.) Geitl.	0,002	0,0017	-	-	0,010	0,0083
A. tenericaulis Nygard	0,030	0,0255	0,080	0,0045 6	0,020	0,0011 4
Aphanothece castagne (Bréb.) Rabenh.	-	-	0,020	0,0253	0,040	0,0506
A. stagnina (Spreng.) B.- Peters. et	0,004	0,0072	-	-	-	-

Geitl.						
Beckia bella Elenk.	-	-	-	-	0,010	0,0000 4
Dactylococc opsis acicularis	-	-	0,040	0,024	0,010	0,006
D. irregularis	0,010	0,0025	0,020	0,05	-	-
D. rupestris Hansg.	0,010	0,0028	-	-	-	-
Gloeocapsa magne (Bréb.) Kütz.	0,010	0,0595	-	-	-	-
Merismopedi a tenuissima Lemm.	0,032	0,0054 4	0,010	0,0017	-	-
Microcystis pulverea (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,010	0,0414	-	-	-	-

Ostillatoria planctonica Wolocz.	0,012	0,0024	0,012	0,0024	0,010	0,002
Phormidium foveolarum Oomont	-	-	-	-	0,010	0,0005 8
Ph. molle (Ehr.) Mereschk.	0,010	0,0006	0,010	0,0006	-	-
Синезелены е	0,130	0,14904	0,192	0,10856	0,110	0,06866
Общая численность и биомасса	0,484	0,3175	0,502	0,36159	0,526	0,12153

Всего средняя численность фитопланктона в мае месяце составляет 0,50 млн. кл./л, средняя биомасса достигает 0,27 мг/л.

Таксономический состав микроскопических водорослей характеризует экологическое состояние водной среды. Низшие водоросли чутко реагируют состояние гидрохимических и гидрофизических показателей, что и положено в основу метода биоиндикации при оценке степени антропогенного загрязнения водоемов [5, 6, 8-10].

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 16.

Таблица 16. – 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
<i>Cyclotella atomus</i> Hust.	o	1	1,0	1,0
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	α - β	1	2,6	2,6
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	β	1	2,0	2,0
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitz.	β - α	1	1,6	1,6
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagern.	β	5	2,0	10,0
<i>Bulvochaete mirabilis</i> Wittr.	o	1	1,0	1,0
<i>Coelastrum micoiporum</i> Näg.	β	1	2,0	2,0
<i>Gloeotilia spiralis</i> Chod.	β	1	2,0	2,0
<i>Elacatotrix gelatinosa</i> Wille	o	1	2,2	2,2
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	β	1	1,7	1,7
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.)	β	2	1,15	2,3

Hansg.				
Scenedesmus acuminatum (Lagerh.) Chod.	β	3	2,2	6,6
Sc. bijuga (Turp.) Lagern.	β	1	2,0	2,0
Sc. communis Hegew.	β	5	2,0	10,0
Sc. opoliensis Richt.	β	5	2,0	10,0
Monomorphina pyrim (Ehr.) Mereschk.	β	1	2,0	2,0
Phacus caudatus Hübner	β	1	2,2	2,2
Trachemonas planctonica Switr.	β - α	3	1,65	4,95
Anabaena constricta (Staf.) Geitl.	ρ	1	4,5	4,5
Aphanothece stagnina (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	χ - α	1	0,65	0,65
Merismopedia tenuissima Lemm.	β - α	2	2,45	4,9
Microcystis pulverea (Wood.) Forti emend. Elenk.	α - β	1	1,6	1,6
Phormidium foveolarum	α	1	3,0	3,0

Oomont				
Ph. molle (Ehr.) Mereschk.	β - α	1	1,95	1,95
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 1,99$		Сумма показателей обилия (h) = 42		Сумма произведений индикаторной значимости вида на оценку обилия (Sh) = 82,75

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

Значение индекса сапробности в мае месяце показывает $S = 1,99$. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). По степени сапробности воды являются бетамезосапробными (β). 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 2014 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон в июне 2014 года, насчитывается 60 видов, разновидностей и форм, принадлежащих 36 родам. Доминируют синезеленые и зеленые водоросли, распространены также диатомовые, пирофитовые и эвгленовые (табл. 17).

Таблица 17. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей (июнь 2014 г.)

Таксоны	В-1		В-2		В-3		Общее число таксонов	
	Лодочная станция		Середина озера		Пляж			
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Диатомовые	1	1	1	1	1	1	3	3
Зеленые	11	7	13	10	8	5	15	11
Синезеленые	17	11	20	14	25	15	38	18
Пирофитовые	3	3	2	2	2	2	3	3
Эвгленовые	1	1	1	1	1	1	1	1
Всего							60	36

Доминируют синезеленые водоросли. Среди них заметного обилия «в массе», «очень часто», «часто» достигают *Aphanothece clatrata* W. et G. S. West., *Anabaena flos-aquae* f. *spiroides* (Meyer) Elenk., *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *G. lacustris* f. *compacta* (Lemm.) Elenk., *Merismopedia tenuissima* Lemm. Среди зеленых с оценками обилия «нередко», «часто», «очень часто» *Scenedesmus opoliensis* Richt., *S. acuminatum* (Lagerh.) Chod., *Sc. communis* Hegew., *Coelastrum microporum* Näg., *Actinastrum hantzscii* Lagerh. и другие.

Среди пирофитовых водорослей выделяется вид *Cryptomonas ovata* Ehr., который распространен с оценками обилия «очень часто», «часто». В составе эвгленовых с оценками «редко», «единично» наблюдается *Trachelomonas planctonica* Swir.

Диатомовые водоросли встречаются редко и имеют оценки обилия «единично».

Общий систематический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в июне 2014 года приведен в таблице 18.

Таблица 18. – систематический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (июнь 2014 г.)

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср.	Биома	Ср.	Биома	Ср.	Биома

	числ. млн.к л./л	сса Мг/л	числ. млн.к л./л	сса Мг/л	числ. млн.к л./л	сса Мг/л
Диатомовые водоросли						
Stephanodiscus hantzschii Grun.	0,018	0,0013	-	-	-	-
Pinnularia microstauron var. brebissonii (Kütz.) Hust.	-	-	0,004	0,0216	-	-
Anomoeoneis sphaerophora (Kütz.) Pfitz.	-	-	-	-	0,002	0,0092
Диатомовые						
Синезеленые водоросли						
Anabaena constricta	0,006	0,0051	0,010	0,0085	0,002	0,0017

(Staf.) Geitl.						
A. flos- aquae (Lyngb.) Bréb.	0,006	0,0051	0,010	0,0085	0,002	0,0017
A. flos- aquae f. spiroides (Meyer) Elenk.	0,080	0,167	0,020	0,0417	0,080	0,167
A. variabilis Kütz.	-	-	-	-	0,020	0,015
Aphanothece castagne (Bréb.) Rabenh.	0,004	0,0506	0,070	0,0886	0,130	0,1645
A. clatrata W. et G. S. West.	0,150	0,1275	0,090	0,0765	0,090	0,0765
A. stagnina (Spreng.) B.-	-	-	-	-	0,060	0,408

Peters. et Geitl.						
Beckia bella Elenk.	-	-	-	-	0,020	0,0000 8
Coelospheri m kützingianu m Näg.	0,006	0,0051	0,020	0,017	0,010	0,0001
C. pusillum van Goor.	-	-	-	-	0,002	0,0064
Dactylococc opsis acicularis Lemm.	-	-	-	-	0,002	0,0012
D. mucicola Hust.	-	-	0,010	0,0000 4	-	-
D. raphidioides Hansg.	0,008	0,0057 6	0,010	0,0072	-	-
D. raphidioides	-	-	-	-	0,002	0,0024

f. <i>pannonica</i> (Hortbagy) Hollerb.						
D. <i>scenedesmus</i> Nyg.	-	-	0,004	0,0025	-	-
<i>Gloeocapsa</i> <i>magne</i> (Bréb.) Kütz.	-	-	0,004	0,0238	-	-
<i>G. turgida</i> (Kütz.) Hollerb.	-	-	-	-	0,002	0,0006
<i>Gomphospha</i> <i>eria aponina</i> Kütz.	-	-	-	-	0,060	0,0254
<i>G. aponina</i> f. <i>multiplex</i> (Nyg.) Elenk.	-	-	-	-	0,004	0,0174
<i>G. lacustris</i> Chod.	0,120	0,1139	0,092	0,0873	-	-

G. lacustris f. compacta (Lemm.) Elenk.	0,060	0,108	0,020	0,036	0,010	0,018
Lyngbya circumcreta G. S. West.	-	-	-	-	0,020	0,004
Merismopedi a glauca (Ehr.) Näg.	0,006	0,0017	-	-	-	-
M. tenuissima Lemm.	0,064	0,0188	0,048	0,0081 6	0,070	0,0119
Microcystis aeruginosa f. magnata (Menegh.) Elenk.	-	-	-	-	0,020	0,85
M. pulverea (Wood.) Forti emend.	-	-	-	-	0,020	0,0828

Elenk.						
M. wesenbergii Komarek.	0,004	0,0272	-	-	-	-
Ostillatoria limnetica Lemm.	-	-	-	-	0,040	0,153
O. mucicola Woronich.	-	-	-	-	0,020	0,0000 9
O. planctonica Wolocz.	-	-	0,020	0,0008	-	-
Phormidium mucicola Hub.- Pestalozzi et Naum.	-	-	0,020	0,0000 8	0,060	0,0002 8
Rhabdoderm a lineare (Schmidle) Laut.	-	-	0,010	0,0075	-	-

Romeria leopoliensis (Racib.) Koczw.	0,004	0,0000 16	-	-	-	-
Spirulina laxissima G. S. West.	0,004	0,0002 8	0,002	0,0005 7	0,002	0,0005 7
S. schroederi Koppe	0,004	0,0011 4	-	-	-	-
Tetrapedia gothica Reinsch.	0,008	0,0001 6	0,006	0,0001 2	0,002	0,0000 4
Tetrarcus ilsterii Skya	-	-	0,020	0,0000 8	-	-
Woronichini a naegiana (Ung.) Elenk.	0,004	0,0002 8	0,010	0,0007	0,002	0,0001 4
Синезелены е	0,608	0,665936	0,490	0,44053	0,750	2,7287
Зеленые водоросли						

Actinastrum hantzschii Lagerh.	0,90	0,0027	0,050	0,0015	0,048	0,0014 4
Ancistoderm us fasciculatus (Corda) Ralfs	0,006	0,018	0,002	0,006	-	-
Chamidomo nas gelatinosa Korsch.	-	-	0,040	0,0001 6	-	-
Coelastrum micoiporum Näg.	0,020	0,136	0,130	0,884	0,080	0,544
Elacatotrix gelatinosa Wille	0,006	0,008	0,020	0,0266	-	-
Desmidium swartzii Ag.	0,008	0,0201	0,010	0,0226	-	-
Lagereinia genevensis	-	-	-	-	0,010	0,02

Chod.						
Kotiella longiseta (Vischer) Hind.	-	-	0,008	0,002	-	-
Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.	0,002	0,0126	-	-	-	-
P. duplex Meyen	0,008	0,0336	0,004	0,013	0,006	0,0252
Tetraëdron minimum (A. Br.) Hansg.	-	-	0,004	0,0032	-	-
Scenedesmu s acuminatum (Lagerh.) Chod.	0,040	0,0024	0,040	0,0024	0,020	0,0006
Sc. bijuga	0,020	0,007	0,010	0,0035	0,010	0,0035

(Turp.) Lagerh.						
Sc. communis Hegew.	0,040	0,0012	0,040	0,0012	0,050	0,0015
Sc. opoliensis Richt.	0,030	0,0036	0,050	0,006	0,040	0,0048
Staurostrum gracile Ralfs	0,004	0,036	0,010	0,0973	0,002	0,0195
Зеленые	0,274	0,2812	0,418	1,0694 6	0,266	0,6205 4
Пирофитовые водоросли						
Cryptomonas ovata Ehr.	0,048	0,064	0,100	0,133	0,048	0,064
Piridinium pseudolaevis Lef.	0,010	0,170	-	-	-	-
Пирофитовы е	0,058	0,234	0,110	0,133	0,048	0,064
Эвгленовые водоросли						
Trachemona s planctonica Swir.	0,004	0,0074 4	0,002	0,0037 2	0,020	0,0372
Эвгленовые	0,004	0,0074	0,002	0,0037	0,020	0,0372

		4		2		
--	--	---	--	---	--	--

Общая численность и биомасса микроскопических водорослей по точкам опробования составляют 3,06 млн. кл./л и 6,44 мг/л соответственно.

Всего средняя численность фитопланктона в июне месяце достигает ~1,02 млн. кл./л, средняя биомасса – ~2,15 мг/л.

Таксономический состав фитопланктона характеризует экологическое состояние водной среды. Низшие водоросли чутко реагируют на состояние гидрохимических и гидрофизических показателей, что и положено в основу метода биоиндикации при оценке степени антропогенного загрязнения водоемов [5, 6, 8-10].

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 19.

Таблица 19. – 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
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	о-β	1	2,7	2,7
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Hust.	β	1	2,2	2,2
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitz.	β-α	1	1,6	1,6

Anabaena constricta (Staf.) Geitl.	$\rho(\beta)$	1	4,5	4,5
A. flos-aquae (Lyngb.) Bréb.	β	3	2,0	6,0
A. flos-aquae f. spiroides (Meyer) Elenk.	$\alpha-\beta$	3	1,35	4,05
Aphanothece clatrata W. et G. S. West	β	5	1,7	8,5
A. stagnina (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	$\chi-\alpha$	3	0,65	0,65
Coelospherium kützingianum Näg.	$\beta-\alpha$	2	1,6	3,2
Gloeocapsa turgida (Kütz.) Hollerb.	α	1	1,0	1,0
Gomphosphaeria lacustris f. compacta (Lemm.) Elenk.	β	3	2,0	6,0
Merismopedia tenuissima Lemm.	$\beta-\alpha$	3	2,45	7,35
Microcystis pulverea (Wood.) Forti emend. Elenk	$\alpha-\beta$	2	1,6	3,2
M. wesenbergii Komarek.	β	2	2,3	4,6

Ostillatoria limnetica Lemm.	o-β	3	1,4	4,2
Rhabdoderma lineare (Schmidle) Laut.	β	1	1,85	1,85
Romeria leopoliensis (Racib.) Koczw.	o-β	1	1,5	1,5
Actinastrum hantzschii Lagerh	β	3	2,0	6,0
Ancistodermus fasciculatus (Corda) Ralfs	β-α	1	2,35	2,35
Chamidomonas gelatinosa Korsch.	β-α	3	2,35	7,05
Coelastrum micoiporum Näg.	β	3	2,0	6,0
Elacatotrix gelatinosa Wille	o	2	2,2	4,4
Desmidium swartzii Ag.	o	1	1,0	1,0
Lagereinia genevensis Chod.	β	1	2,2	2,2
Kotiella longiseta (Vischer) Hind.	β	1	2,0	2,0
Pediastrum duplex Meyen	β	1	1,7	1,7
Tetraëdron minimum (A. Br.) Hansg.	β	1	2,15	2,15

Scenedesmus acuminatum (Lagerh.) Chod.	β	3	2,2	6,6
Sc. bijuga (Turp.) Lagerh.	β	2	2,0	4,0
Sc. communis Hegew.	β	3	2,0	6,0
Sc. opoliensis Richt.	β	3	2,0	6,0
Staurostrum gracile Ralfs	α - β	1	1,5	1,5
Cryptomonas ovata Ehr.	α	5	3,0	15,0
Trachemonas planctonica Swir.	β - α	2	1,65	3,3
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 1,96$		Сумма показателей обилия (h) = 72		Сумма произведений индикаторной значимости вида на оценку обилия (Sh) = 141,5

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

Значение индекса сапробности в июне месяце показывает $S = 1,96$. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). По степени сапробности воды являются бета-мезосапробными. Процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. Однако следует учитывать, что воды

«Удовлетворительной чистоты» (класс III) формируются за счет минерализации загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки.

Июль 2014 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон в июле 2014 года, насчитывается 33 вида, разновидности и формы, принадлежащих 19 родам. Доминируют синезеленые и зеленые водоросли, распространены также пирофитовые и эвгленовые (табл. 20).

Таблица 20. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей (июль 2014 г.)

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Синезеленые	8	5	10	6	13	6	16	7
Зеленые	7	4	8	7	8	4	13	8
Пирофитовые	2	2	2	2	2	2	2	2
Эвгленовые	1	1	-	-	1	1	2	2
Всего							33	19

Доминируют синезеленые водоросли. Среди них заметного обилия «в массе», «очень часто», «часто» достигают *Anabaena spiroides* Kleb., *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *Aphanothece castagne* (Bréb.) Rabenh., *Coelospherium kützingiana* Näg., *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk., *M. wesenbergii* Komarek. Среди зеленых с оценками обилия «очень часто», «нередко» наблюдаются *Actinastrum hantzscii* Lagerh., *Elacothrix gelatinosa* Wille.

Среди пирофитовых водорослей выделяется вид *Cryptomonas ovata* Ehr., который распространен с оценкой обилия «редко». В составе эвгленовых с оценкой «единично» наблюдается *Trachelomonas planctonica* Swir. и *Monomorphina pyrum* (Ehr.) Mereschk.

Диатомовые водоросли отсутствуют.

Общий систематический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в июле 2014 года приведены в таблице 21.

Таблица 21. – систематический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (июль 2014 г.)

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср. числ. млн.кл ./л	Биома сса мг/л	Ср. числ. млн.кл ./л	Биома сса мг/л	Ср. числ. млн.кл ./л	Биома сса мг/л
Синезеленые водоросли						
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	-	-	-	-	0,020	0,017
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	-	-	-	-	0,040	0,334
<i>A. solitaria</i> Kleb.	0,050	0,0625	-	-	0,040	0,05
<i>A. spiroides</i> Kleb.	0,110	0,1375	0,012	0,015	0,200	0,25

Aphanothec e castagne (Bréb.) Rabenh.	0,040	0,0506	0,140	0,1771	0,140	0,1771
A. stagnina (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	0,120	0,816	0,060	0,408	0,080	0,546
Coelospheri um kützingianu m Näg.	0,030	0,025	0,010	0,0085	0,028	0,0238
C. pusillum van Goor.	-	-	0,160	0,512	-	-
Gomphosph aeria lacustris Chod.	0,020	0,019	0,200	0,19	0,040	0,0381
G. lacustris f. compacta (Lemm.)	-	-	-	-	0,020	0,036

Elenk.						
Merismoped ia glauca (Ehr.) Näg.	-	-	0,020	0,024	-	-
M. tenuissima Lemm.	-	-	-	-	0,020	0,0034
Microcystis ichtioblabe Kütz.	-	-	0,006	0,0076	-	-
M. pulverea (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,100	0,414	0,002	0,0082 8	0,040	0,1651
M. wesenbergii Komarek.	0,172	0,2696	0,100	0,68	0,060	0,408
Ostillatoria planctonica Wolocz.	-	-	-	-	0,020	0,0008
Синезелены	0,642	1,7942	0,710	2,03048	0,748	2,0493

e						
Зеленые водоросли						
Actinastrum hantzschii Lagerh.	0,080	0,0024	0,004	0,0001 2	0,100	0,003
Chlorococcu m humicola	-	-	0,010	0,0085	-	-
Coelastrum microporum Näg.	-	-	0,004	0,0272	-	-
Elacatotrix gelatinosa Wille	-	-	0,040	0,0533	-	-
Gloeotilia spiralis Chod.	0,180	0,0008 1	0,180	0,0008 1	0,080	0,0036
Kotiella longiseta (Vischer) Hind.	-	-	0,040	0,01	-	-

Pediastrum duplex Meyen	0,006	0,0252	-	-	0,010	0,042
P. tetras (Ehr.) Ralfs	0,002	0,0084	-	-	-	-
Scenedesmu s acuminatum (Lagerh.) Chod.,	0,020	0,0006	-	-	0,010	0,0012
Sc. bijuga (Turp.) Lagerh.	-	-	-	-	0,010	0,0025
Sc. brasiliensis Bohl.	-	-	-	-	0,020	0,0008
Sc. communis Hegew.	0,020	0,0012	0,002	0,0001 2	0,010	0,0006
Sc. opoliensis	0,020	0,0024	0,010	0,0012	0,030	0,0036

Richt.						
Зеленые	0,328	0,04101	0,290	0,10125	0,270	0,0573
Пирофитовые водоросли						
Cryptomonas ovata Ehr.	0,010	0,0133	0,020	0,0026 5	0,020	0,0026 5
Piridinium pseudolaewis Lef.	0,008	0,136	0,004	0,068	0,010	0,17
Пирофитовы е	0,018	0,1493	0,024	0,07065	0,030	0,17265
Эвгленовые водоросли						
Monomorph ina pyrum (Ehr.) Mereschk.	-	-	-	-	0,010	0,009
Trachelomo nas planctonica Swir.	0,010	0,0186	-	-	-	-
Эвгленовые	0,010	0,0186	-	-	0,010	0,009

Общая численность и биомасса микроскопических водорослей по точкам опробования составляют 3,08 млн. кл./л и 6,49 мг/л соответственно.

Всего средняя численность фитопланктона в июле месяце достигает 1,03 млн. кл./л, средняя биомасса – ~2,16 мг/л.

Таксономический состав фитопланктона характеризует экологическое состояние водной среды. Низшие водоросли чутко реагируют на состояние гидрохимических и гидрофизических показателей, что и положено в основу метода биоиндикации при оценке степени антропогенного загрязнения водоемов [5, 6, 8-10].

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

Таблица 22. – 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
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	$\rho(\beta)$	2	4,5	9,0
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	β	3	2,0	6,0
<i>A. solitaria</i> Kleb.	$\beta-o$	3	1,6	4,8
<i>A. spiroides</i> Kleb.	$o-\beta$	7	1,35	9,45
<i>Aphanothece stagnina</i> (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	$\chi-o$	5	0,65	3,25
<i>Coelospherium kützingianum</i>	$\beta-o$	5	1,6	8,0

Näg.				
Gomphosphaeria lacustris f. compacta (Lemm.) Elenk.	β	2	2,0	4,0
Merismopedia tenuissima Lemm.	β - α	2	2,45	4,9
Microcystis pulverea (Wood.) Forti emend. Elenk	α - β	5	1,6	8,0
M. wesenbergii Komarek.	β	5	2,3	11,5
Actinastrum hantzschii Lagerh.	β	5	2,0	10,0
Coelastrum microporum Näg.	β	1	2,0	2,0
Elacatotrix gelatinosa Wille	α	3	1,3	3,9
Pediastrum duplex Meyen	β	1	1,7	1,7
P. tetras (Ehr.) Ralfs	β	1	1,75	1,75
Scenedesmus acuminatum (Lagerh.) Chod.,	β	1	2,2	2,2
Sc. bijuga (Turp.) Lagerh.	β	1	2,0	2,0
Sc. brasiliensis Bohl.	β	2	2,0	4,0
Sc. communis Hegew.	β	2	2,0	4,0
Sc. opoliensis Richt.	β	2	2,0	4,0

<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	α	2	3,0	6,0
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehr.) Mereschk.	β -o	1	2,0	2,0
<i>Trachomonas planctonica</i> Swir.	β - α	1	1,65	1,65
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 1,84$		Сумма показателей обилия (h) = 62		Сумма произведений индикаторной значимости и вида на оценку обилия (Sh) = 114,1

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

Значение индекса сапробности в июле месяце показывает $S = 1,84$. Воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» или «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,50). По степени сапробности воды являются бетамезосапробными. 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.

Август 2014 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон 20 августа 2014 года, насчитывается 26 видов, разновидностей и форм, принадлежащих 18 родам. Доминируют синезеленые (16 таксонов, 11 родов) и зеленые (9 таксонов, 6 родов) водоросли, присутствуют также пиррифитовые (табл. 23).

Таблица 23 – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей (20 августа 2014 г.)

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	12	9	13	9	16	11
Зеленые	7	4	9	6	7	4	9	6
Пирофитовые	1	1	1	1	1	1	1	1
Всего							26	18

Доминируют синезеленые водоросли. Среди них заметного обилия «очень часто» достигает *Coelospherium kützingiana* Näg., «часто» – *Anabaena spiroides* Kleb., *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *Aphanothece clatrata* W. et G. S. West, *Microcystis wesenbergii* Komarek. Среди зеленых с оценкой обилия «часто» наблюдается *Actinastrum hantzscii* Lagerh.

Среди пирофитовых водорослей выделяется вид *Cryptomonas ovata* Ehr., который распространен с оценкой обилия «единично».

Общий систематический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона в августе 2014 года приведены в таблице 24.

Таблица 24. – систематический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (20 августа 2014 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
Синезеленые водоросли						
<i>Anabaena</i>	0,002	0,0036	0,018	0,0153	0,004	0,0038

constricta (Staf.) Geitl.						
A. spiroides Kleb.	0,108	0,135	0,120	0,15	0,088	0,11
Aphanothec e castagne (Bréb.) Rabenh.	0,024	0,0304 5	-	-	0,030	0,0379 5
A. clatrata W. et G. S. West	0,174	0,1472 5	0,110	0,093	0,070	0,0592
A. stagnina (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	0,002	0,0136	-	-	0,020	0,136
Coelospheri um kützingianu m Näg.	0,209	0,1751	0,110	0,0835	0,160	0,136
Gomphosph aeria	0,012	0,0216	-	-	-	-

lacustris f. compacta (Lemm.) Elenk.						
Merismoped ia tenuissima Lemm.	0,040	0,0068	0,010	0,0017	0,034	0,0057 8
Microcystis pulverea (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,040	0,1651	0,020	0,0825	0,082	0,3384
M. wesenbergii Komarek.	0,100	0,68	0,140	0,9052	0,180	1,224
Ostillatoria splendida Grev.	-	-	0,004	0,0004	0,002	0,m00 02
O. subtilissima	-	-	0,010	0,0005 8	-	-

Kütz.						
Phormidium mucicola (Kütz.) Gom.	0,060	0,0002 35	0,060	0,0002 35	0,080	0,0003 2
Rhabdoderm a lineare (Schmidle) Laut.	-	-	0,020	0,0000 1	0,020	0,0000 1
Spirulina subtilissima Kütz.	0,004	0,0006 3	0,032	0,0050 4	0,006	0,0009 5
Tetrapedia gothica Reisch.	0,004	0,0000 8	-	-	-	-
Синезелены е	0,779	1,3794	0,654	1,33747	0,776	2,05241
Зеленые водоросли						
Actinastrum hantzschii Lagerh.	0,160	0,0016	0,150	0,0022 5	0,040	0,0012

Chlorococcu m humicola	-	-	0,010	0,085	-	-
Coelastrum microporum Näg.	0,008	0,0544	0,012	0,0816	0,110	0,748
Kotiella longiseta (Vischer) Hind.	0,004	0,001	0,080	0,02	0,010	0,005
Pediastrum duplex Meyen	-	-	0,002	0,0084	-	-
Scenedesmu s acuminatum (Lagerh.) Chod.,	0,008	0,0004 8	0,030	0,0018	0,020	0,0012
Sc. bijuga (Turp.) Lagerh.	0,020	0,007	0,010	0,0035	0,010	0,0035
Sc.	0,008	0,0004	0,020	0,006	0,012	0,0033

communis Hegew.		8				3
Sc. opoliensis Richt.	0,008	0,0009 6	0,020	0,0029	0,020	0,0029
Зеленые	0,216	0,06592	0,334	0,21145	0,222	0,76513
Пирофитовые водоросли						
Cryptomonas ovata Ehr.	0,010	0,0133 5	0,010	0,0133 5	0,002	0,0026 65
Пирофитовы е	0,010	0,0133 5	0,010	0,0133 5	0,002	0,0026 65
Всего	1,005	1,45867	0,998	1,56227	1,00	2,82021

Средняя численность фитопланктона 20 августа достигает 1,00 млн. кл./л, средняя биомасса – 1,94 мг/л.

Таксономический состав фитопланктона характеризует экологическое состояние водной среды. Низшие водоросли чутко реагируют на состояние гидрохимических и гидрофизических показателей, что и положено в основу метода биоиндикации при оценке степени антропогенного загрязнения водоемов [1, 6, 7, 9-11].

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет класса качества вод 20 августа представлен в таблице 25.

Таблица 25. – список видов микроскопических водорослей, индикаторов класса вод и показатели индекса сапробности

Таксон	Показ	Макс. оценка обилия	Сапробн ый	Произведе ние сапробног
--------	-------	---------------------------	---------------	-------------------------------

	атель сапро бност и	по балльно й шкале	индекс	о индекса на обилие
	s	h	S	Sh
<i>Anabaena constricta</i> (Staf.) Geitl.	$\rho(\beta)$	2	4,5	9,0
<i>A. spiroides</i> Kleb.	$\alpha-\beta$	5	1,35	6,75
<i>Aphanothece clatrata</i> W. et G. S. West	β	5	1,7	8,5
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	$\chi-\alpha$	2	0,65	1,3
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	$\beta-\alpha$	7	1,6	11,2
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	β	1	2,0	2,0
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	$\beta-\alpha$	2	2,45	4,9
<i>Microcystis pulverea</i> (Wood.) Forti emend. Elenk	$\alpha-\beta$	3	1,6	4,8

M. wesenbergii Komarek.	β	5	2,3	11,5
Ostillatoria splendida Grev.	α	1	3,0	3,0
O. subtilissima Kütz.	α	1	2,7	2,7
Rhabdoderma lineare (Schmidle) Laut.	β	1	1,85	1,85
Actinastrum hantzschii Lagerh.	β	5	2,0	10,0
Chlorococcum humicola	β	1	2,0	2,0
Coelastrum microporum Näg.	β	5	2,0	10,0
Pediastrum duplex Meyen	β	1	1,7	1,7
Scenedesmus acuminatum (Lagerh.) Chod.	β	2	2,2	4,4
Sc. bijuga (Turp.) Lagerh.	β	1	2,0	2,0
Sc. communis Hegew.	β	2	2,0	4,0
Sc. opoliensis Richt.	β	2	2,0	4,0
Cryptomonas ovata Ehr.	α	1	3,0	3,0
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 1,97$		Сумма показат елей обилия (h) = 55		Сумма произведе ний индикатор ной значимост и вида на оценку

				обилия (Sh) = 108,5
--	--	--	--	-------------------------------

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

Значение индекса сапробности S равное 1,97 показывает, что воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» (в пределах 1,51-2,50). Разряд качества вод определяется как «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,00). По степени сапробности воды являются бетамезосапробными. Процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. Однако следует учитывать, что воды «Удовлетворительной чистоты» (класса III) формируются за счет минерализации загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки.

Сентябрь 2014 года

Таксономический состав сообщества фитопланктона и эколого-биологическое качество вод

В общем составе сообществ низших водорослей, представляющих фитопланктон 26 сентября 2014 года, насчитывается 36 видов, разновидностей и форм, принадлежащих 24 родам. Доминируют синезеленые (21 таксон, 12 родов) и зеленые (10 таксонов, 7 родов) водоросли. Диатомовые водоросли представлены 3 видами, принадлежащими 3 родам. Присутствуют также представители 2 родов эгленовых водорослей, которые относятся к 2 родам (табл. 26).

Таблица 26. – сопоставление таксономического разнообразия низших водорослей (26 сентября 2014 г.)

Таксоны	В-1 Лодочная станция		В-2 Середина озера		В-3 Пляж		Общее число таксонов	
	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род	Вид	Род
Диатомовые	3	3	2	2	2	2	3	3
Синезеленые	21	12	14	8	14	10	21	12
Зеленые	10	7	7	4	7	4	10	7

Эвгленовые	1	1	-	-	1	1	2	2
Всего							36	24

Доминируют синезеленые водоросли. Среди них заметного обилия «в массе» - «очень часто» достигает *Merismopedia tenuissima* Lemm., *Aphanothece stagnina* (Spreng.) B.-Peters. et Geitl., «часто» – *Aphanothece clatrata* W. et G. S. West, *Coelospherium kützingiana* Näg., *Microcystis wesenbergii* Komarek., *Gomphosphaeria lacustris* Chod. и др.

Среди зеленых с оценкой обилия «очень часто» - «часто» наблюдаются *Chlorococcum humicola*, *Coelastrum microporum* Näg., представители рода *Scenedesmus*.

Диатомовые водоросли представляют 3 таксона. Это мелкий планктонный вид *Aulacoseira alpigena* (Grun.) Krammer, колонии вида *Nitzschia communis* Rabenh., обитающего в планктоне и «единично» встречается *Navicula viridula* Kütz.

Эвгленовые водоросли представлены видами *Phacus longicauda* (Ehr.) Duj. и *Trachemonas planctonica* Swir., который распространен с оценкой обилия «единично».

Общий систематический список микроскопических водорослей, показатели средней численности и средней биомассы фитопланктона 26 сентября 2014 года приведены в таблице 27.

Таблица 27. – систематический список микроскопических водорослей фитопланктона, его средняя численность и средняя биомасса (26 сентября 2014 г.)

Таксон	В-1		В-2		В-3	
	Ср. числ. млн.кл ./л	Биома сса мг/л	Ср. числ. млн.к л./л	Биома сса мг/л	Ср. числ. млн.к л./л	Биома сса мг/л
Диатомовые водоросли						

Aulacoseira alpigena (Grun.) Krammer	0,044	0,0001 76	0,100	0,0004	0,140	0,0005 4
Navicula viridula Kütz.	0,002	-	-	-	-	
Nitzschia communis Rabenh.	0,106	0,0010 6	0,116	0,0016	0,208	0,0020 8
Диатомовые	0,152	0,00124	0,216	0,002	0,348	0,00262
Синезеленые водоросли						
Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Bréb.	0,004	0,0068	-	-	-	-
A. spiroides f. meyeriana (Meyer.) Elenk.	0,002	0,0041	-	-	-	-

Aphanothec e castagne (Bréb.) Rabenh.	0,006	0,0075 7	0,008	0,0102	0,020	0,0253
A. clatrata W. et G. S. West	0,004	0,0044	0,040	0,044	0,040	0,044
A. stagnina (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	0,036	0,0296 8	0,068	0,4284	0,080	0,479
Coelospheri um kützingianu m Näg.	0,012	0,0102	0,028	0,0238	0,006	0,0051
Gomphosph aeria lacustris f. compacta (Lemm.) Elenk.	0,010	0,018	0,020	0,036	0,024	0,0432

Lyngbya splendens Tschern.	0,004	0,0004	-	-	-	-
L. contorta Lemm.	0,004	0,0001 6	-	-	0,006	0,0001 8
Merismoped ia major	0,010	0,006	0,008	0,0048	-	-
Merismoped ia glauca (Ehr.) Näg.	0,050	0,015	0,008	0,0024	-	-
M. tenuissima Lemm.	0,300	0,144	0,264	0,1342 2	0,260	0,1218
Microcystis pulverea (Wood.) Forti emend. Elenk.	0,038	0,0169 8	0,028	0,0125 1	0,008	0,0035 6
M. wesenbergii Komarek.	0,034	0,231`	0,035	0,2443	0,032	0,218

Ostillatoria setigera Aptek.	0,010	0,0006	0,004	0,0002 4	0,002	0,0001 2
O. tenius Ag.	0,024	0,0040 8	0,020	0,0003 4	0,034	0,0057 8
Phormidium mucicola (Kütz.) Gom.	0,040	0,0001 12	0,024	0,0000 96	0,024	0,0000 96
P. inundatum Kütz.	0,002	0,0007 2	-	-	-	-
Rhabdoder ma lineare (Schmidle) Laut.	0,010	0,0002	-	-	0,016	0,0000 8
Rivularia planctonica Elenk.	0,004	0,0000 7	-	-	-	-
Woronichiin ia naegiliana	0,002	0,0001 4	0,004	0,0002 8	0,004	0,0002 8

(Ung.) Elenk.						
Синезелен ые	0,606	0,26921	0,559	0,94158	0,556	0,9465
Зеленые водоросли						
Chlorococcu m humicola	0,120	0,102	0,114	0,1219	0,050	0,0425
Coelastrum microporum Näg.	0,020	0,146	0,012	0,0815	0,012	0,0815
Kirchneriell a lunaris (Kirch.) Moeb.	0,002	0,0000 02	-	-	-	-
Micrasterniu m pusillum Fresen	0,008	0,0068	0,002	0,0017	0,004	0,0034
Pediastrum duplex Meyen	0,002	0,0084	-	-	-	-

Scenedesmus acuminatum (Lagerh.) Chod.,	0,040	0,0024	0,040	0,0024	0,026	0,0014 3
Sc. bijuga (Turp.) Lagerh.	0,006	0,0021	0,006	0,0021	0,020	0,007
Sc. communis Hegew.	0,008	0,024	0,020	0,06	0,010	0,03
Sc. opoliensis Richt.	0,040	0,048	0,044	0,0528	0,022	0,0268
Staurostrum gracilis Ralfs	0,002	0,0019 5	-	-	-	-
Зеленые	0,248	0,34165	0,238	0,3224	0,144	0,19263
Эвгленовые водоросли						
Phacus longicauda	-	-	-	-	0,002	0,0037 3

(Ehr.) Duj.						
Trachemonas planctonica Swir.	0,002	0,0037 2	-	-	-	-
Эвгленовые	0,002	0,0037 2	-	-	0,002	0,0037 3
Всего	1,008	0,61582	1,013	1,26598	1,05	1,14548

Средняя численность фитопланктона 26 сентября достигает 1,02 млн. кл./л, средняя биомасса – 1,00 мг/л.

Таксономический состав фитопланктона характеризует экологическое состояние водной среды. Низшие водоросли чутко реагируют на состояние гидрохимических и гидрофизических показателей, что и положено в основу метода биоиндикации при оценке степени антропогенного загрязнения водоемов [1, 6, 7, 9-11].

Класс качества вод определяется по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека. Список видов индикаторов и расчет класса качества вод 26 сентября представлен в таблице 28.

Таблица 28. – 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
Aulacoseira alpigena (Grun.)	χ-0	5	0,5	2,5

Krammer				
<i>Navicula viridula</i> Kütz.	α	1	2,8	2,8
<i>Nitzschia communis</i> Rabenh.	β	7	2,0	14,0
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb.	β	1	2,0	2,0
<i>A. spiroides</i> f. <i>meyeriana</i> (Meyer.) Elenk.				
<i>Aphanothece clatrata</i> W. et G. S. West	β	3	1,7	5,1
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B.-Peters. et Geitl.	χ -o	3	0,65	1,95
<i>Coelospherium kützingianum</i> Näg.	β -o	2	1,6	3,2
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	β	3	2,0	6,0
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	β - α	7	2,45	17,15
<i>Microcystis pulverea</i> (Wood.) Forti emend. Elenk	o- β	3	1,6	4,8
<i>M. wesenbergii</i> Komarek.	β	3	2,3	6,3

Ostillatoria tenius Ag.	α	3	2,85	8,55
Phormidium . inundatum Kütz.	α	1	1,25	1,25
Rhabdoderma lineare (Schmidle) Laut.	β	1	1,85	1,85
Chlorococcum humicola	β	5	2,0	10,0
Coelastrum microporum Näg.	β	2	2,0	4,0
Kirchneriella lunaris (Kirch.) Moeb.	β	1	2,0	2,0
Micrasterium pusillum Fresen	β	1	2,0	2,0
Pediastrum duplex Meyen	β	1	1,7	1,7
Scenedesmus acuminatum (Lagerh.) Chod.	β	3	2,2	4,4
Sc. bijuga (Turp.) Lagerh.	β	2	2,0	4,0
Sc. communis Hegew.	β	3	2,0	6,0
Sc. opoliensis Richt.	β	3	2,0	6,0
Staurostrum gracilis Ralfs	α - β	1	1,5	1,5
Phacus longicauda (Ehr.) Duj.	β - α	1	2,6	2,6
Trachemonas planctonica Swir.	β - α	1	1,65	1,65
Индекс сапробности по Пантле и		Сумма показат		Сумма произведе

Букку в модификации Сладечека $S = \frac{\sum sh}{\sum h} = 1,84$		елей обилия (h) = 67		ний индикатор ной значимост и вида на оценку обилия (Sh) = 123,30
--	--	-----------------------------------	--	---

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

Значение индекса сапробности S равное 1,84 показывает, что воды относятся к классу III – «Умеренно (слабо) загрязненные» (в пределах 1,51-2,50). Разряд качества вод определяется как «Удовлетворительной чистоты» (в пределах 1,51-2,00). По степени сапробности воды являются бетамезосапробными. Процессы самоочищения экосистемы находятся в стадии обратимых изменений. Однако следует учитывать, что воды «Удовлетворительной чистоты» (класса III) формируются за счет минерализации загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки.

Изменения индекса сапробности в течение сезона вегетации в мае-сентябре приведены в таблице 29.

Таблица 29. – сопоставление значений индекса сапробности S по месяцам (2014 г.)

Месяц	Значение индекса сапробности S
Март	2,00
Апрель	2,12
Май	1,99
Июнь	1,96
Июль	1,84
Август	1,97
Сентябрь	1,84

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.

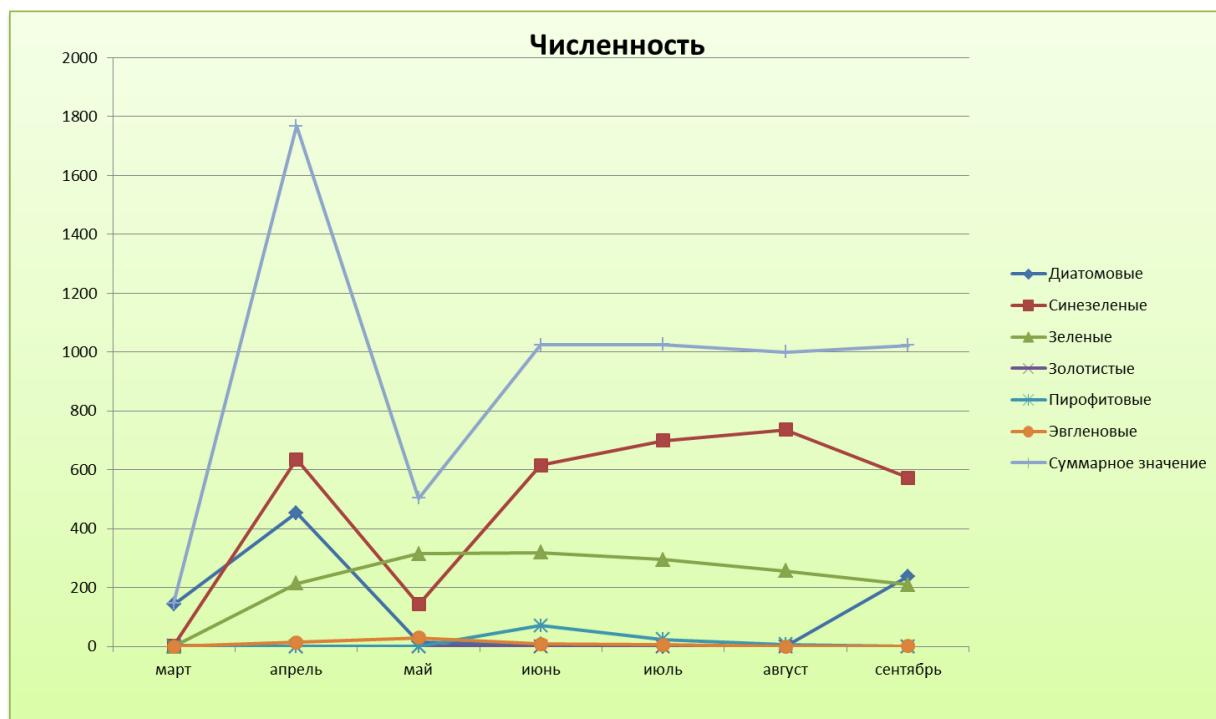


Рис 15 – динамика изменения численности фитопланктона Васильевского озера в течение вегетационного периода 2014 года

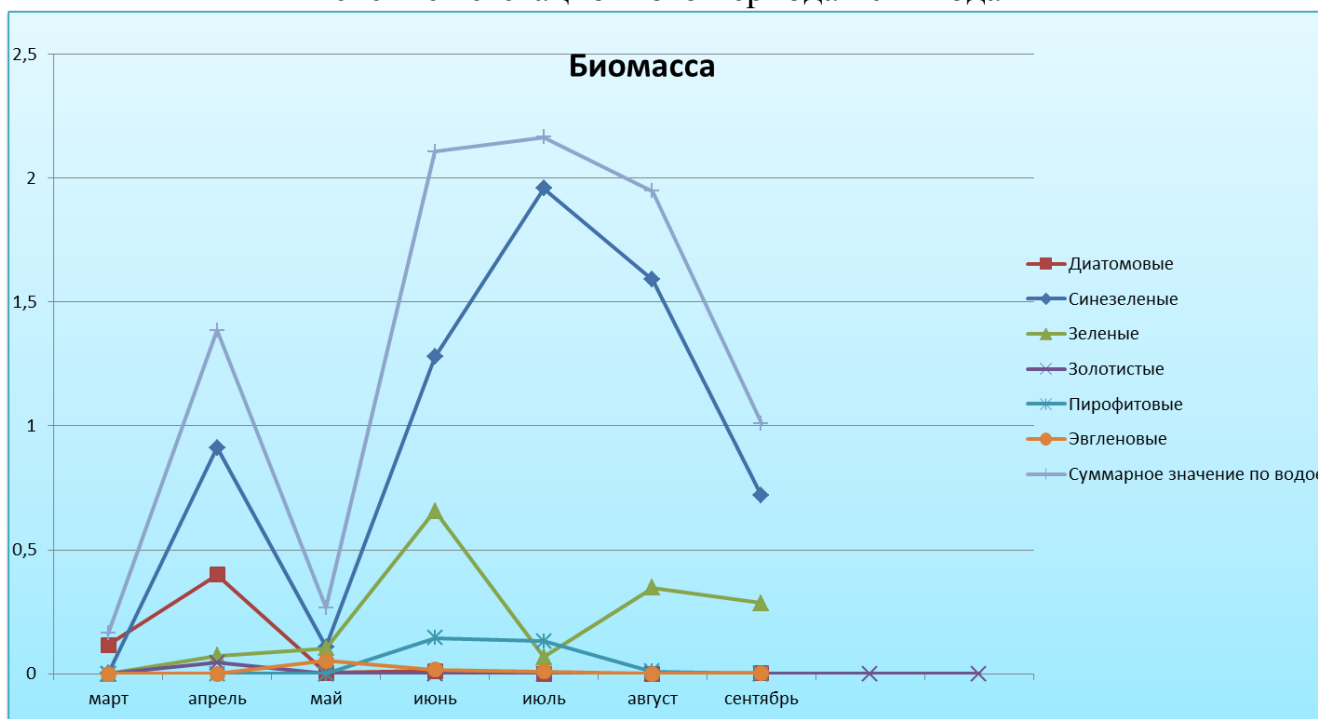


Рис 16 – динамика изменения биомассы фитопланктона Васильевского озера в течение вегетационного периода 2014 года

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

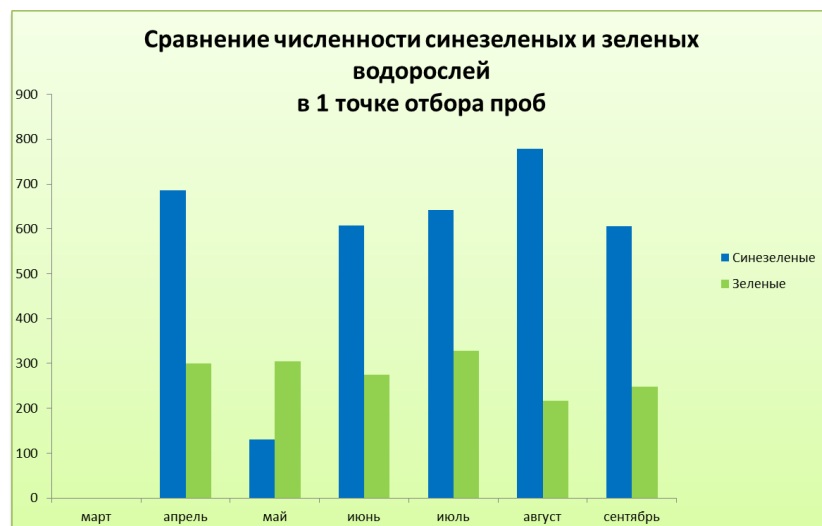


Рис. 17

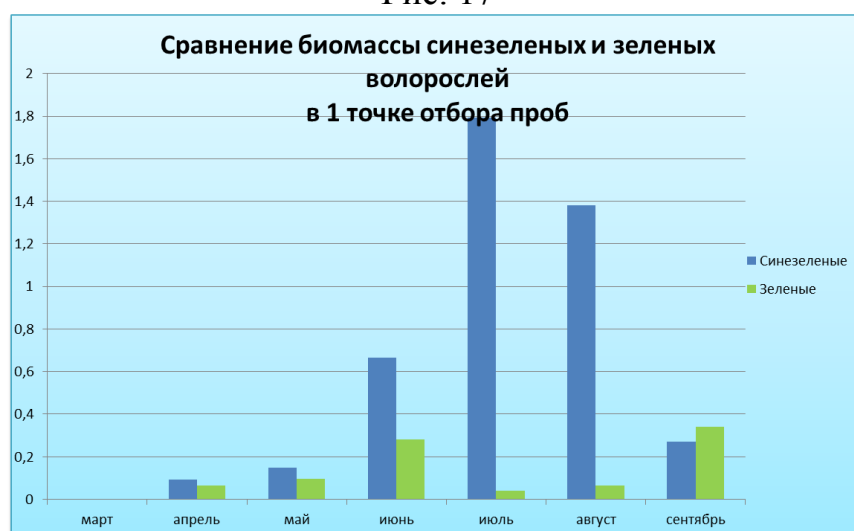


Рис. 18

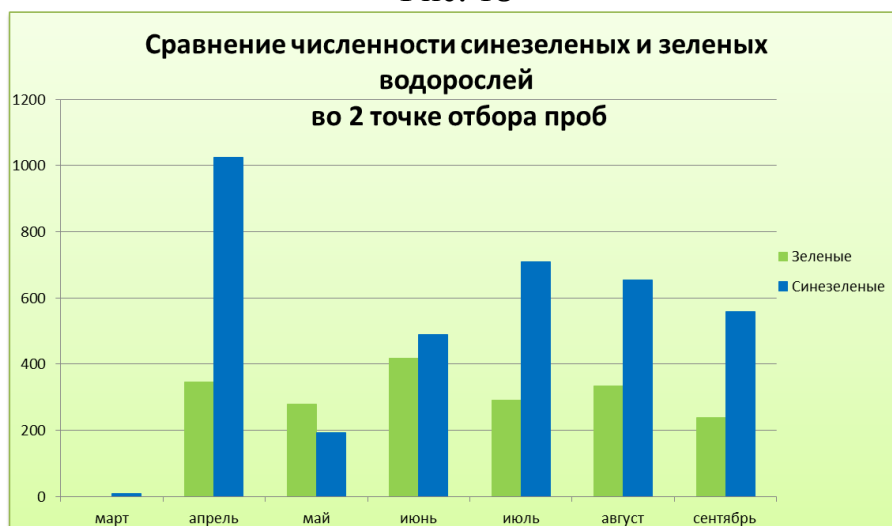


Рис. 19

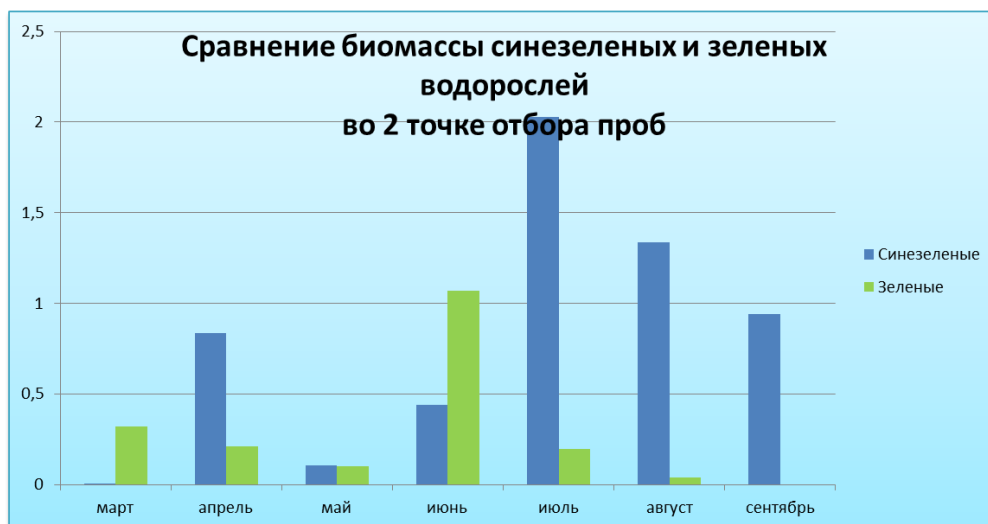


Рис. 20

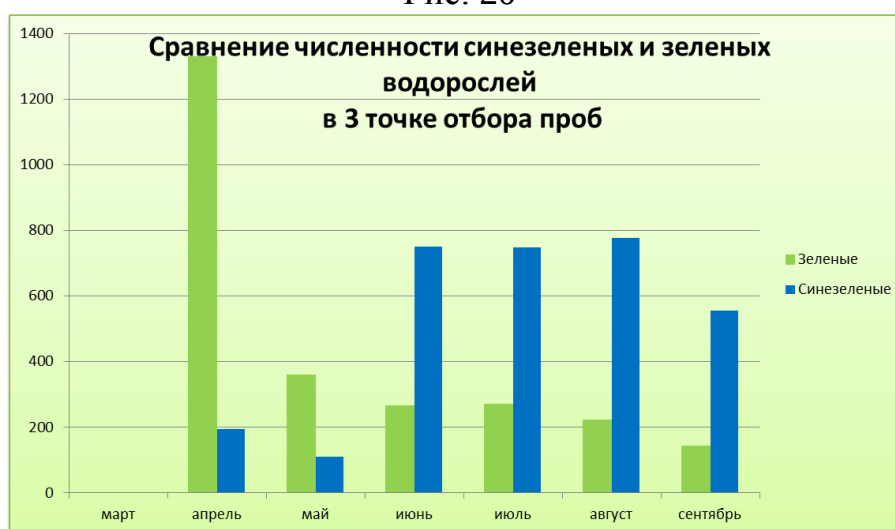


Рис. 21

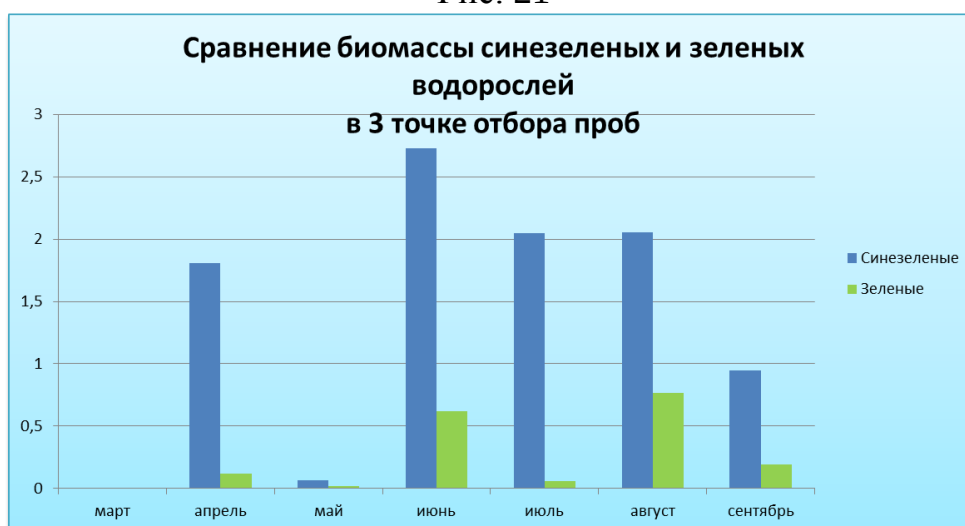


Рис. 22

Из приведенных графиков видно, что доминирующее положение в альгоценозе Васильевского озера занимают синезеленые водоросли. Нами была проанализировано изменение численности доминирующих таксонов

синезеленных водорослей за 2014 год в сравнении с тем же периодом 2013 года (рис. 23 – 24).

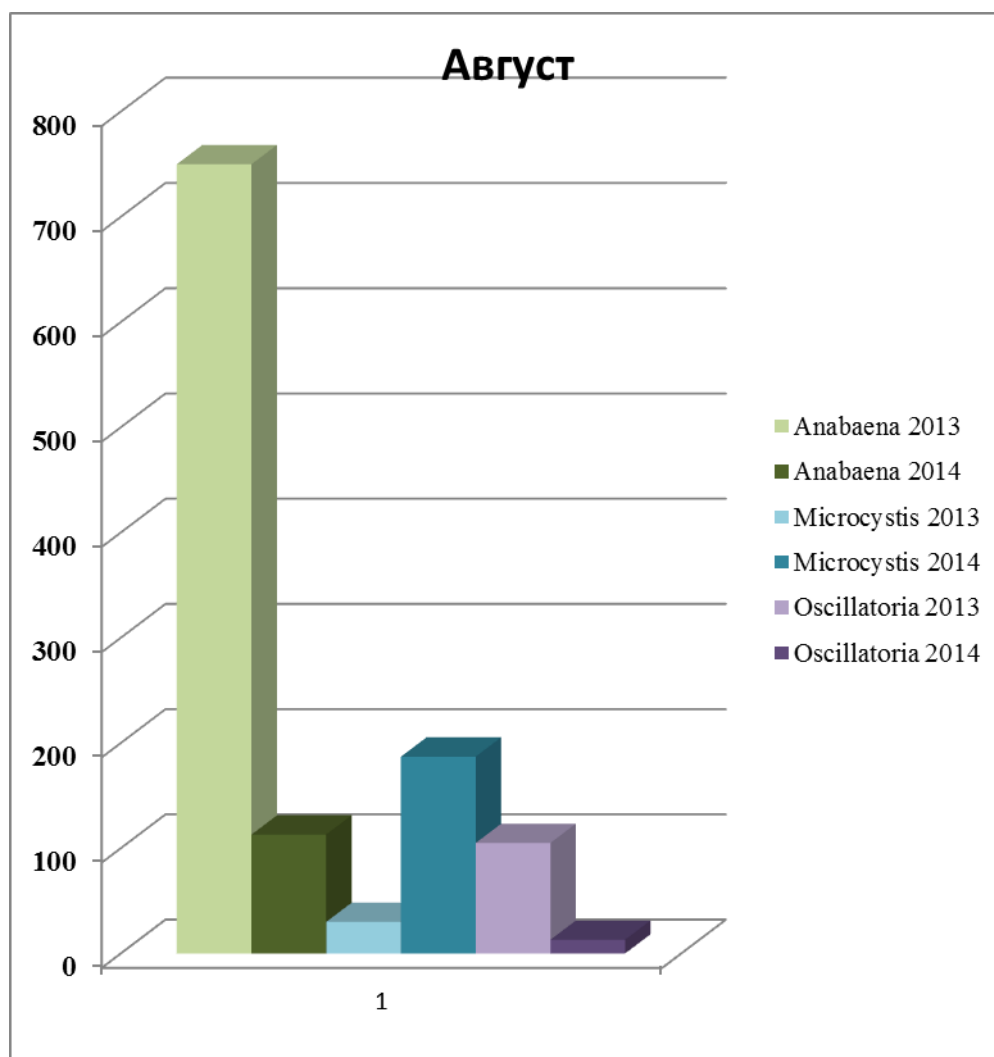


Рис. 23 – сравнение численности доминирующих таксонов синезеленых водорослей в альгоценозе Большого Васильевского озера. Август 2013 – 2014.

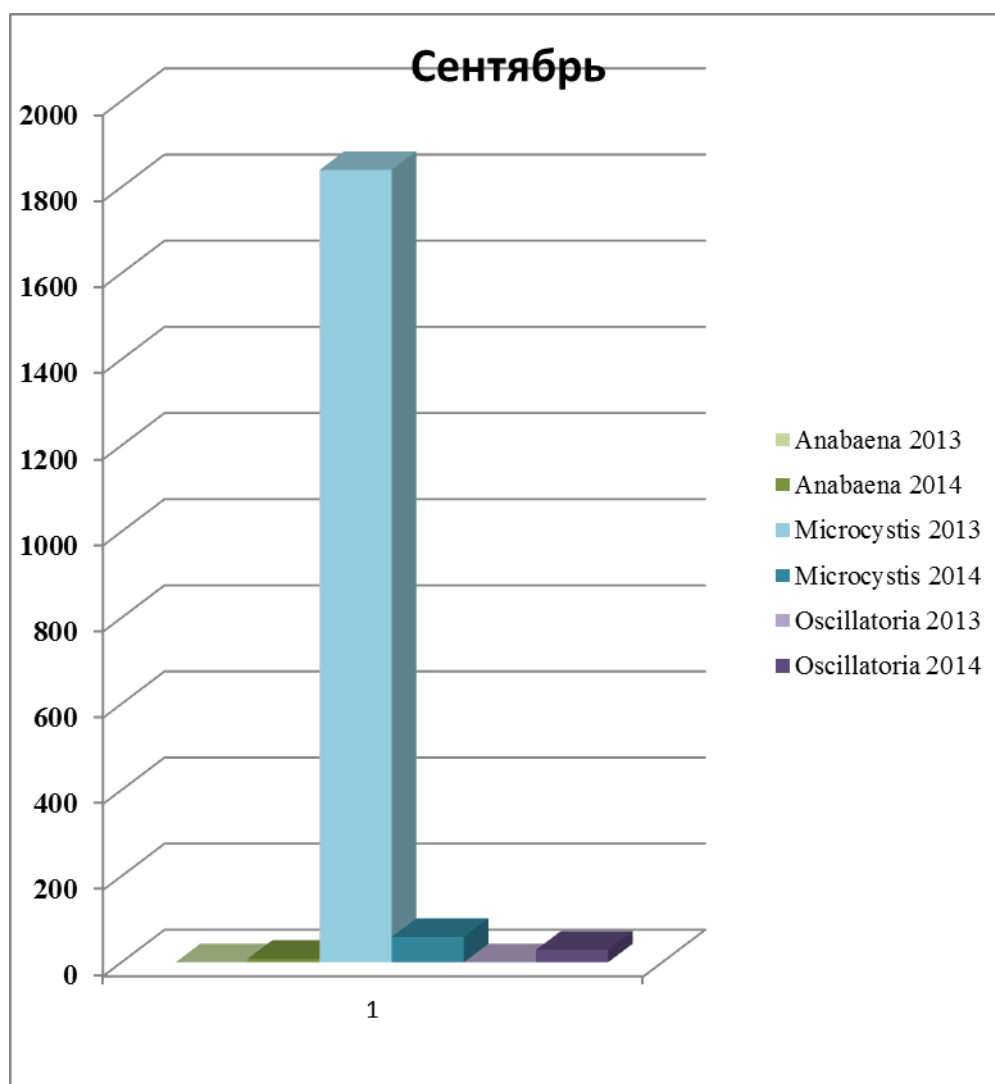


Рис. 24 – сравнение численности доминирующих таксонов синезеленых водорослей в альгоценозе Большого Васильевского озера.

Сентябрь 2013 – 2014.

Из приведенных графиков видно, что когда производилось вселение хлореллы (конец июля) – в августе происходило снижение численности таких родов синезеленых как *Anabaena* и *Oscillatoria*. В сентябре при понижении температуры воды указанные таксоны синезеленых водорослей стали наращивать численность, а *Microcystis*, будучи таксоном, в августе наращивающим свою биомассу, и имеющим наименьшую экологическую валентность (среди представленных родов) снижал свою численность.

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 – сеголетка белого и пестрого толстолобика.

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. Ведущими поллютантами являются аммонийный азот, взвешенные вещества, общее железо. Все они формируют высокие значения ИЗВ, а также вносят 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.
3. Структурный анализ фитопланктонного сообщества показал, что в 2014 году доминантное положение в альгоценозе 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 в альгоценозе Большого Васильевского озера. В 2013 году с августа по сентябрь микроцистис увеличил свое количество в 40 раз, а в 2014 году, при ежемесячной альголизации в этот же период снизил свое количество в 2,5 раза. Отсюда следует, что биологическая реабилитация методом коррекции

альгоценоза, при соблюдении методики ее проведения, позволяет коренным образом влиять на перестройку фитопланктонного сообщества в пользу развития зеленых водорослей. При этом происходит улучшение качества воды по гидробиологическим показателям.

5. Для нормализации гидробиологического состояния водоема необходимо в будущем году произвести вселение рыб-фитофагов – белого и пестрого толстолобика.

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. 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.
5. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240с.
6. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Индикаторы сапробности. – М., изд-во СЭВ, 1975. – С. 21-31.
7. Физико-географические условия Одинцовского района Московской области. Путь доступа: <http://festival.1september.ru/articles/637257/>
8. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. – М.: Наука, 2005. Т 2. – 337 с.
9. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. – М.: Наука, 2005 Т 1. – 281 с.