



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалаврская работа)

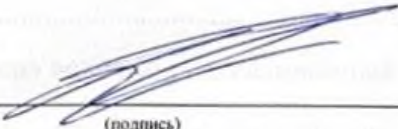
На тему «Цианобактериальные «цветения» ряда водоёмов рекреационных
зон города Санкт-Петербурга»

Исполнитель _____ Климанова Милана Олеговна

Руководитель _____ канд. геогр. наук,
_____ Зуева Надежда Викторовна

Консультант _____ канд. биол. наук,
_____ Воякина Екатерина Юрьевна

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

_____ 
(подпись)

_____ канд. геогр. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«19» 06 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Мониторинг цианобактериального «цветения» водоемов города Санкт-Петербурга	7
1.1 Изучение биоразнообразия цианобактерий водоемов.....	9
1.2 Роль цианобактерий в «цветении» водоемов.....	12
1.3 Способы борьбы с цианобактериальным «цветением»	15
Глава 2. Материалы и методы изучения эвтрофикации водоемов	18
2.1 Методика отбора проб.....	19
2.2 Методы определения основных лимнологических параметров	21
2.2.1 Методы определения содержания биогенных элементов	22
2.3 Методика определения токсичности с помощью биотестирования на инфузориях	22
2.4 Методы определения фитопланктона.....	23
Глава 3. Физико-географическое описание изучаемых водоемов города Санкт-Петербурга	24
3.1 Пруды города Пушкин	24
3.2 Озеро Сестрорецкий Разлив	27
Глава 4. Результаты исследования цианобактериального «цветения» водоемов	31
4.1 Гидрохимический анализ водоемов рекреационных зон г. Пушкина....	31
4.1.1 Детский пруд.....	31
4.1.2 Пруд Озерки	33
4.1.3 Кухонный пруд	35
4.2 Гидрохимический анализ водоемов рекреационных зон г. Сестрорецк	39
4.3 Анализ на токсичность водоемов г. Пушкин, г. Сестрорецк с помощью биотестирования на инфузориях	42
4.4 Описание фитопланктона прудов г. Пушкин	43
4.4.1. Сезонная динамика фитопланктона в Детском пруду	44

4.4.2. Сезонная динамика фитопланктона в пруду Озерки	46
4.4.3. Сезонная динамика фитопланктона в Кухонном пруду	48
4.5. Описание фитопланктона в озере Сестрорецкий Разлив	51
Заключение	55
Список использованных источников.....	58

Введение

Активная вегетация цианобактерий и «цветения» водоемов, вызванные их эвтрофированием, представляют собой одну из наиболее актуальных экологических проблем, с которой сталкиваются водопользователи всего мира, в том числе и в таких крупных городах, как Санкт-Петербург. Эти «цветения», вызванные избыточным развитием цианобактерий, могут приводить к серьезным последствиям как для экосистем, так и для здоровья человека. В последние годы наблюдается рост числа случаев «цветений» цианобактерий в пресноводных водоемах, что вызывает обеспокоенность у ученых, экологов и местных властей. В условиях глобального изменения климата и антропогенного воздействия на природные ресурсы, проблема «цветений» цианобактерий становится все более актуальной.

Понимание биологических и экологических аспектов необходимо для глубокого понимания предметной области. Цианобактерии, будучи одними из самых древних организмов на Земле, играют важную роль в экосистемах, однако их избыточный рост может привести к образованию токсичных веществ, таких как нейротоксины и гепатоксины. Эти токсины способны негативно влиять на здоровье человека, вызывая различные заболевания. Таким образом, исследование цианобактериальных «цветений» в водоемах Санкт-Петербурга имеет не только научное, но и практическое значение.

Актуальность данной работы обусловлена не только необходимостью контроля за состоянием водоёмов, но и важностью понимания процессов, происходящих в водных экосистемах. Загрязнение вод, вызванное антропогенным воздействием, достигло критического уровня за последние десятилетия. Сброс промышленных и бытовых отходов, использование химикатов в сельском хозяйстве, изменение природных ландшафтов и глобальное изменение климата являются основными причинами этой проблемы. Это, в свою очередь, негативно сказывается на биологическом

разнообразии, что может вызвать серьезные нарушения в работе экосистемы и привести к потере природных ресурсов.

В данной дипломной работе будут освещены ключевые аспекты активной вегетации цианобактерий и случаи цианобактериального «цветения» водоёмов города Санкт-Петербург. В работе будет представлен обзор материалов и методов, включая гидрохимические и биологические подходы. Гидрофизические методы позволят оценить физико-химические параметры воды, такие как температура, pH, содержание растворённого кислорода, содержание в водах рекреационных зон фосфатов, нитритов и других показателей, которые являются индикаторами состояния водоёма. Биологические методы, в свою очередь, будут сосредоточены на изучении организмов, обитающих в водоёмах.

При оценке цианобактериального «цветения» водоемов Санкт-Петербурга были выбраны следующие водные объекты:

- Сестрорецкий разлив, г. Сестрорецк;
- Кухонный пруд, г. Пушкин;
- Детский пруд, г. Пушкин;
- Пруд Озерки, г. Пушкин.

Важным аспектом будет также анализ активной жизнедеятельности фитопланктона, которая позволит более глубоко понять параметры, которые характеризуют состояние водных экосистем.

Таким образом, данная дипломная работа направлена на комплексное исследование рекреационных водоёмов при цианобактериальном «цветении», его методов и достижений, а также на выявление актуальных проблем, связанных с «цветением». В результате, работа будет способствовать более глубокому пониманию состояния водных экосистем и необходимости их защиты в условиях современного мира.

Цель дипломной работы – оценка динамики активной вегетации цианобактерий и цианобактериального «цветения» в ряде водоемов рекреационных зон города Санкт-Петербурга.

Были поставлены следующие задачи:

1. Изучить активную вегетацию цианобактерий и случаи цианобактериального «цветения» водоемов г. Санкт-Петербурга.
2. Проанализировать материалы и методы основных лимнологических показателей, определение биогенных элементов и токсичности водоемов.
3. Дать физико-географическую характеристику выбранных водоемов города Санкт-Петербург.
4. Провести отбор проб и проанализировать их гидрохимические параметры и структуру фитопланктона.
5. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы к выпускной квалификационной работе.

Заключение

В результате выпускной квалификационной работы были изучены следующие аспекты. Рассмотрена активная вегетация цианобактерий и изучены случаи цианобактериального «цветения» водных объектов города Санкт-Петербурга. «Цветение» воды – это любое чрезмерное развитие планктонных одноклеточных, колониальных и нитчатых водорослей, при котором они наблюдаются визуально, или оказывают влияние на водохозяйственную деятельность, или вызывают гибель гидробионтов.

Изучены основные материалы и методы лимнологических показателей, определения биогенных элементов, а также токсичности водоемов. Применение комплексного подхода к исследованиям водных объектов позволило эффективно диагностировать гидрохимические показатели, влияющие на «цветение» и на наличие фитопланктона.

Проанализировано физико-географическое описание водных объектов города Санкт-Петербурга. А именно города Пушкин в составе Пушкинского района федерального значения города Санкт-Петербург и города Сестрорецк в составе Курортного района Санкт-Петербурга. Исследуемые пруды: Детский пруд, пруд Озерки и Кухонный пруд в городе Пушкин, а также озеро Сестрорецкий Разлив в городе Сестрорецк. Таким образом, пруды города Пушкин и озеро Сестрорецкий Разлив города Сестрорецк представляют собой важный элемент ландшафтно-парковой архитектуры, сочетающий природные и искусственные компоненты. Они играют роль в микроклимате, биологическом разнообразии и культурно-историческом облике города.

Также в ходе работы были отобраны и проанализированы пробы на гидрохимические показатели и пробы фитопланктона. Полученные данные свидетельствуют о систематическом загрязнении водоемов города Пушкин и озера Сестрорецкий Разлив города Сестрорецк. Основная проблема всех водных объектов – это повышенный уровень мутности и аммонийного азота в периоды активного развития фитопланктона. Экологическое состояние

водоемов по содержанию фосфатов удовлетворительное, так как значительных превышений ПДК не зафиксировано.

По уровню токсичности всех исследуемых водных объектах наиболее загрязненными оказались О. Сестрорецкий Разлив и Детский пруд, тогда как вода в Озерках уровень токсичности соответствует норме. Для уточнения причин токсичности и возможных источников загрязнения рекомендуется провести дополнительный химико-аналитический контроль.

В составе фитопланктона в прудах города Пушкин было обнаружено 59 таксонов водорослей рангом ниже рода из 7 отделов. По числу видов доминировали зеленые, диатомовые водоросли и цианобактерии. Наибольшее число видов было отмечено в пруду Кухонный (41 таксон), наименьшее – в пруду Озерки (28 таксонов). По числу видов в планктоне доминировали в основном цианобактерии, криптофитовые водоросли, а также зеленые водоросли. По показателям обилия доминировали виды *Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas rostrata*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Pseudanabaena* sp..

В озере Сестрорецкий Разлив в составе фитопланктона в июне и сентябре было встречено 14 таксонов водорослей и цианобактерий рангом ниже рода из 4 отделов. По числу видов преобладали цианобактерии. Преобладающим видом являлся *Aphanizomenon flos-aquae*.

Были выявлены закономерности динамики гидрохимических показателей и активной вегетации цианобактерий. Так как в период увеличения численности фитопланктона наблюдались повышение аммонийного азота и увеличение мутности. Из-за нарушения гидрохимического и газового режима водоемов и озера ухудшается качество воды в зонах антропогенного воздействия. Цианобактериальное «цветение» не только ухудшает качество воды, но и создает неблагоприятные условия для гидробионтов. Для предотвращения негативных последствий следует проводить мониторинг факторов, которые безусловно влияют на развитие цианобактерий и фитопланктона, а также разрабатывать меры по контролю и снижению загрязнения водных объектов.

Выводы

1. По гидрохимическим показателям наиболее загрязненным также было о. Сестрорецкий Разлив так как по средним показателям аммонийного азота и мутности наблюдается значительное превышение. Аммонийный азот равен 0,716 мг/дм³, показатель мутности равен 97,18 мг/дм³.
2. По структуре фитопланктона загрязненным водным объектом в период с июня по сентябрь 2024 года было озеро Сестрорецкий Разлив, так как средний показатель численности и биомассы фитопланктона в несколько раз превышает показатели прудов города Пушкин.
3. По токсичности повышенные показатели имеют о. Сестрорецкий Разлив и Детский пруд относятся ко 2 классу опасности с умеренной степенью токсичности ($0,40 < T \leq 0,70$). Это означает, что вода в этих водоёмах оказывает заметное, но не критическое токсическое воздействие на тест-организмы.
4. Самым чистым водным объектом был пруд Озерки, превышение всех значений по аммонийному азоту, показателям фосфат-ионов и мутности было не критичным.
5. Выявлена закономерность динамики гидрохимических показателей и активной вегетации цианобактерий. Так как в период увеличения численности фитопланктона наблюдались повышение аммонийного азота и увеличение мутности.