



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 «Лимнологические особенности двух бухт Ладожского озера в районе  
Валаамского архипелага»

Исполнитель

Яковлев Алексей Сергеевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

канд. биол. наук

(ученая степень, ученое звание)

Воякина Екатерина Юрьевна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

канд. геогр. наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович

(фамилия, имя, отчество)

«13» 06 2023 г.

Санкт-Петербург  
2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Литературный обзор .....	7
1.1 Характеристика лимнологических параметров .....	7
1.2 Экологическое состояние литоральной зоны Ладожского озера ....	20
2 Физико-географическая характеристика Валаамского архипелага .....	23
2.1 Общие сведения об архипелаге .....	23
2.2 Природные особенности прибрежной зоны.....	27
2.3 Описание объектов исследования .....	28
3 Методы исследования лимнологических параметров .....	32
3.1 Гидрофизические методы .....	32
3.2 Гидрохимические методы .....	33
4 Лимнологические параметры объектов исследования .....	36
4.1 Температура.....	36
4.2 Прозрачность .....	42
4.3 Мутность .....	43
4.4 Цветность .....	44
4.5 Удельная электропроводность.....	45
4.6 Водородный показатель .....	47
4.7 Диоксид углерода.....	48
4.8 Кислород .....	49
4.9 Общее органическое вещество .....	51
4.10 Ионы аммония .....	52
4.11 Нитрат-ионы .....	53

4.12 Фосфат-ионы .....	54
4.13 Валовый и общий фосфор.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	57
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Ладожское озеро является важным геостратегическим водным объектом, определяющим как экологическое, так и экономическое состояние Северо-Западного региона России. В озере сосредоточен значительный по своим объемам резерв питьевой воды для всей Европейской части страны. Запасы воды в крупнейшем пресноводном водоеме Европы оцениваются в более чем 800 км<sup>3</sup> [1].

Ладога является главным источником водоснабжения для питьевых и промышленных нужд мегаполиса Санкт-Петербурга, а также многих населенных пунктов Ленинградской области и Республики Карелия. Любые ухудшения ее состояния и качества воды не остаются незамеченными и сказываются неблагоприятно на здоровье населения городов.

В северной части озера располагается его жемчужина – Валаамский архипелаг, прибрежная зона которого является неповторимой экосистемой, имеющей свои особые черты и отличающейся от прибрежной зоны самого озера. Валаамские острова и значительная часть их акватории относятся к особо охраняемой природной территории регионального значения – природному парку «Валаамский архипелаг».

Поскольку земли архипелага имеют статус природного парка, часть из них имеет рекреационное и хозяйственное назначение, где экологический мониторинг не является приоритетным направлением. Возросшая антропогенная нагрузка на Валаамские острова сказывается негативно на состоянии наземных и водных экосистем данных участков. Например, в наиболее подверженных антропогенному воздействию бухтах архипелага – Монастырской и Малой Никоновской вследствие локального загрязнения было отмечено изменение ряда лимнологических параметров [2].

Для предотвращения деградации экосистем прибрежной зоны Валаамских островов необходимо проведение регулярных наблюдений и

анализа основных лимнологических параметровна водных объектах,оказавшихся под влиянием активной деятельности человека.

В качестве объектов исследования были выбраны бухты – Большая Никоновская и Золотая. Большая Никоновская бухта превосходит по размерам Золотую, чтобы рассматриваемые водные объекты были сопоставимы по площади, к Золотой бухте был добавлен Тростяной залив, примыкающий к ней.

Предметом исследования выступают лимнологические параметры,изучение которых проводилось во время научных работ на рассматриваемых объектах.

Цель настоящего исследования в рамках бакалаврской работы заключается в оценке лимнологических особенностей двух разнотипных по гидрологическим условиям бухт Валаамского архипелага.

Для достижения поставленной цели были обозначены следующие задачи:

1. Охарактеризовать изучаемые лимнологические параметры;
2. Дать анализ экологического состояния Ладожского озера по литературным данным;
3. Обобщить сведения о природной среде Валаамского архипелага;
4. Выяснить естественные особенности его прибрежной зоны;
5. Дать описание объектов исследования;
6. Рассмотреть методы исследования выбранных лимнологических параметров;
7. Провести сравнительный анализ исследованных параметров выбранных бухт;
8. Оценить современное состояние водных экосистем объектов исследования.

Практическая значимость работы заключается в том, что оценкаосновных лимнологических параметров бухт, располагающихся в различных частях острова Валаам, позволит сделать заключение о современном состоянии их экосистем и разработать рекомендации для дирекции ООПТ регионального

значения Республики Карелия и руководства Валаамского монастыря по снижению антропогенного воздействия на них.

Научная новизна работы связана с тем, что в Тростянном заливе, Золотой и Большой Никоновской бухтах с 2000-х годов не проводилось полевых исследований подобного масштаба. Впервые к мониторинговым станциям были добавлены дополнительные точки отбора проб, что позволило увеличить диапазон значений рассматриваемых лимнологических параметров. Также впервые был выполнен пеший обход прилегающих к станциям островов с целью оценки антропогенного воздействия на водосбор объектов исследования. Оценка лимнологических параметров и сравнение полученных данных с литературными по экологическому состоянию литоральной зоны Ладожского озера позволит выявить некоторые особенности уникальной прибрежной зоны острова Валаам.

Настоящая работа основывается на данных съемки прибрежной зоны Валаамского архипелага в районе Тростяного залива, Золотой и Большой Никоновской бухт, полученных при исполнении гранта РГО «Изучение и сохранение уникальных природных ландшафтов Северного Приладожья» в 2022 году, в период с 16 по 31 августа. Автор принимал непосредственное участие в этих работах. Задачи, связанные с обработкой полученных данных, построением таблиц и графиков были выполнены в программе Microsoft Excel, создание карт – в открытой геоинформационной системе QGIS.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена изучению лимнологических особенностей двух разнотипных по гидрологическим условиям бухт Валаамского архипелага: Золотой и Большой Никоновской в период максимального прогрева воды в 2022 году.

В результате выполнения работы было выяснено, что прибрежная зона Валаамских островов характеризуется меньшей вариативностью значений лимнологических параметров по сравнению с литоральной зоной Ладожского озера, поскольку архипелаг находится в наиболее глубоководной и консервативной области озера, вдали от устьевых участков. Волновое воздействие здесь является одним из основных факторов, определяющих гидрохимический режим. Напротив, литоральная зона Ладожского озера наиболее подвержена влиянию речного стока, химический состав которого определяется как природными условиями, так и антропогенной деятельностью на водосборе. Именно в устьях рек были отмечены экстремальные значения лимнологических параметров, сильно отличающиеся от полученных на остальных участках литорали. Например, в летний период 2006 года наибольшие значения рН (9,2), удельной электропроводности (241,2 мкСм/см), общего фосфора (0,152 мг/л), были зафиксированы в Волховской губе. Там же были установлены минимальные значения прозрачности воды (менее 1,5 м), и концентрации растворенного кислорода в поверхностном горизонте (75-94 %).

Сравнительный анализ изучаемых параметров позволил выявить, что различия Золотой бухты и Тростяного залива с Большой Никоновской бухтой в их значениях, главным образом, связаны с двумя факторами: гидрологическими особенностями водных объектов и погодными условиями в период полевых работ.

Объекты исследования по лимнологическому районированию относятся к разным зонам. Золотая бухта и Тростяной залив, расположенные в мелководной восточной части побережья Валаамского архипелага, относятся к литоральной

зоне с максимальной глубиной в 10 м. Большая Никоновская бухта, находящаяся в более глубоководной западной части архипелага, характеризуется максимальной глубиной в 23 м и относится к деklinальной зоне. Рассматриваемые объекты также отличаются по форме, Золотая бухта и Тростяной залив по сравнению с Большой Никоновской бухтой глубже врезаются в сушу. Все бухты закрыты от акватории Ладожского озера группами островов.

В день выполнения работ в Золотой бухте и Тростянном заливе средняя температура поверхностного горизонта составила 22,8 °С, а в Большой Никоновской бухте – 18,6 °С. Установленные температуры оказались выше средней, рассчитанной по значениям, зафиксированным в дни отбора проб в период с 2011 по 2022 год. Прямая температурная стратификация наиболее ярко выражена на мониторинговых станциях, имеющих наибольшую глубину.

Хорошие погодные условия в Золотой бухте и Тростянном заливе способствовали бурному развитию фитопланктона, о чем свидетельствуют отмеченные в поверхностном слое повышенные концентрации растворенного кислорода (110 %). Активная фотосинтетическая деятельность способствовала снижению концентрации диоксида углерода (2,4 мг/л), что отразилось на значении водородного показателя (7,8). В Большой Никоновской бухте наблюдалась меньшая активность фитопланктона, это объясняется пониженным содержанием растворенного кислорода (94 %), бóльшим содержанием CO<sub>2</sub> (3,2 мг/л), а также меньшим значением pH (7,4).

В Золотой бухте и Тростянном заливе наблюдались повышенные значения концентрации общего органического вещества (11,7 мг О/л), мутности (4,3 мг/л) и цветности (41 Cr-Co°), в результате чего произошло снижение прозрачности воды (2,3 м). Это объясняется большим количеством растительного покрова, а также выносом в водные объекты аллохтонного органического вещества протоками, берущими свое начало на заболоченных участках вблизи Витальевского озера. Большая Никоновская бухта характеризуется меньшими значениями концентрации ООВ (10,6 мг О/л), мутности (2,8 мг/л) и цветности

(35 Cr-Co°). Вода в ней является более прозрачной (3,0 м). Также водная масса в Большой Никоновской бухте обладает немного повышенной удельной электропроводностью, (96,5 > 94,4 мкСм/см). Концентрации биогенных элементов в поверхностном горизонте на рассматриваемых объектах различаются несущественно, в Золотой бухте и Тростянном заливе были установлены бóльшие концентрации аммонийного азота (0,365 мг/л) и валового фосфора (0,019 мг/л), а в Большой Никоновской бухте – нитратов (0,008 мг/л), фосфатов (0,004 мг/л) и общего фосфора (0,015 мг/л). Максимальные концентрации биогенных элементов, зафиксированные на объектах исследования, не превышают ПДК, установленных для водных объектов рыбохозяйственного значения.

Выполнив сравнение полученных значений лимнологических параметров поверхностного и придонного горизонтов с диапазоном, сформированным по результатам наблюдений за лимнологическими параметрами на всем побережье Валаамского архипелага в период с 2001 по 2019 год [28], можно сделать вывод, что 90 % значений не выходят за экстремальные. За нижнюю границу установленного диапазона попали все отмеченные концентрации нитратов, что обусловлено пиком вегетационного периода и удаленностью бухт от сельскохозяйственных угодий.

Исходя из выполненных исследований, можно сделать вывод, что в настоящий момент времени оказываемое антропогенное воздействие на экосистемы Тростяного залива, Золотой и Большой Никоновской бухт не является сильным и не способно привести к долговременным нарушениям.

Однако скопления отходов, найденные на островах, которые являются частью водосбора объектов исследования, в случае дальнейшего накопления способны стать причиной появления в периоды с повышенным количеством осадков стока загрязняющих веществ или возникновения лесных пожаров в засушливые сезоны. Повышенная нагрузка способна вызвать многолетние изменения лимнологических параметров и смену обитающих сообществ гидробионтов, что нанесет значительный ущерб

уникальным экосистемам Тростяного залива, Золотой и Большой Никоновской бухт.

Для предотвращения дальнейшего загрязнения отходами островов: Никоновского, Зосимы и Савватия, дирекции ООПТ регионального значения Республики Карелия и руководству Валаамского монастыря стоит усилить контроль за осуществляемой на их территории рекреационной деятельностью. Также с целью снижения её воздействия на окружающую среду рекомендуется организовать мероприятия по ежегодной уборке отходов и их вывозу с территории данных островов.