



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 «Оценка разнообразия макрофитов в водоемах Арктики»

Исполнитель Маслова Людмила Сергеевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Зуева Надежда Викторовна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

К.С.И. Зюева

(ученая степень, ученое звание)

Маслова Л.С.

(фамилия, имя, отчество)

«15» 06 2025 г.

Санкт-Петербург  
2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследования.....	5
1.1 Геологическое строение и основные черты рельефа .....	6
1.2 Климатические условия.....	7
1.3 Гидрологический режим .....	9
1.4 Почвы .....	11
1.5 Растительность .....	12
Глава 2. Макрофиты: экологическая роль в водных экосистемах .....	14
2.1 Определение макрофитов, их систематика и экологические группы .....	14
2.2 Влияние макрофитов на водный биоценоз .....	16
2.3 Макрофиты как индикаторы состояния окружающей среды.....	18
2.4 Методы оценки качества воды с использованием макрофитов.....	20
Глава 3. Материалы и методы исследования .....	22
Глава 4. Результаты исследования .....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	39
Приложение А .....	43

## ВВЕДЕНИЕ

Водные экосистемы Арктики и Субарктики в последние десятилетия подвергаются серьезным изменениям, вызванным как естественными климатическими колебаниями, так и усиливающимся воздействием человека. Эти процессы напрямую влияют на биоразнообразие водоемов, включая сообщества макрофитов - водных растений, играющих ключевую роль в поддержании экологического баланса. Изучение этих организмов становится особенно актуальным в условиях быстро меняющейся среды.

Климатические изменения в Арктике проявляются особенно ярко. Этот регион нагревается в 2-4 раза быстрее остальной планеты, что приводит к целому ряду последствий. Повышение температуры воды в реках, озерах и прибрежных морских зонах изменяет условия обитания водных организмов. Сокращение ледового покрова увеличивает продолжительность вегетационного периода и доступность света для водной растительности. Таяние вечной мерзлоты и усиление паводков меняют гидрологический режим и химический состав воды. Все эти факторы создают благоприятные условия для теплолюбивых видов макрофитов, которые начинают вытеснять традиционные арктические виды, адаптированные к холодным условиям.

Помимо глобальных климатических изменений, на арктические водоемы оказывают влияние и локальные антропогенные факторы. Промышленное загрязнение от добычи нефти, газа и полезных ископаемых приводит к поступлению в воду тяжелых металлов и нефтепродуктов. Судходство и строительство инфраструктуры способствуют механическому разрушению прибрежной растительности и заносу инвазивных видов. Гидротехнические сооружения изменяют естественный сток рек, что влияет на сезонную динамику уровня воды и условия существования водных растений.

Макрофиты, к которым относятся высшие водные растения и некоторые водоросли, выполняют в водоемах множество важных функций.

Они стабилизируют донные отложения, участвуют в круговороте органического вещества, производят кислород и служат средой обитания для многих водных организмов. Однако под влиянием климатических и антропогенных факторов структура сообществ макрофитов начинает меняться. Наблюдается сокращение ареалов холодолюбивых видов, внедрение чужеродных видов и эвтрофикация водоемов из-за потепления и поступления биогенных веществ.

Учитывая скорость изменений в Арктике, мониторинг макрофитов приобретает особую важность. Необходимы долгосрочные наблюдения за динамикой растительных сообществ, оценка устойчивости различных видов к изменяющимся условиям и разработка мер защиты уязвимых экосистем. Изучение макрофитов в условиях меняющейся Арктики - это не только научная задача, но и важный шаг к сохранению хрупких водных экосистем, от которых зависит жизнь многих других организмов, включая человека.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка разнообразия макрофитов в реке Ворьема за 2020 г.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

- 1) дать физико-географическую характеристику району исследования;
- 2) дать определение макрофитам и описать их роль в водных экосистемах;
- 3) провести статистическую обработку данных;
- 4) сделать выводы о разнообразии макрофитов в исследуемом объекте.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были решены все поставленные задачи, что позволило достичь основной цели исследования – оценить разнообразие макрофитов в реке Ворьема за 2020 год. Основные результаты работы заключаются в следующем:

1. В работе была дана подробная физико-географическая характеристика реки Ворьема, расположенной на границе России и Норвегии. Были описаны геологическое строение, климатические условия, гидрологический режим, почвенный покров и растительность района исследования. Река Ворьема протекает в зоне субарктического климата с мягкой зимой и прохладным летом, что влияет на ее гидрологический режим. Особое внимание уделено антропогенному воздействию, включая загрязнение от промышленных предприятий, что делает исследование актуальным для оценки разнообразия макрофитов.

2. Раскрыто понятие макрофитов как высших водных растений, играющих ключевую роль в водных экосистемах. Описаны их экологические группы (гидрофиты, гелофиты, гигрогелофиты, гигрофиты) и функции, такие как стабилизация донных отложений, участие в круговороте веществ и создание среды обитания для других организмов. Особую роль макрофиты играют как биоиндикаторы состояния водоемов, позволяющих оценить качество воды и состояние экосистемы.

3. Проведена статистическая обработка данных, собранных на 15 станциях реки Ворьема. Использован метод оценки видового разнообразия (индекс Шеннона) и проанализировано сходство по видовому составу с помощью коэффициента Жаккара. Результаты показали умеренное разнообразие макрофитов (36 таксонов) с преобладанием сосудистых растений (61%). Наибольшее видовое разнообразие зафиксировано на станции vo8-z (индекс Шеннона равен 5,2), тогда как на некоторых станциях

макрофиты отсутствовали. Анализ сходства станций выявил низкую степень флористического сходства между большинством участков.

4. Исследование показало, что река Ворьема обладает неоднородным распределением макрофитов, что связано с антропогенным воздействием и особенностями гидрологического режима. Наиболее распространенными видами оказались *Scapania sp.* (47% станций) и *Ranunculus reptans* (33%). Выявлены станции с высокой степенью зарастания (до 50%) и станции, где макрофиты практически отсутствуют.

Проведенное исследование и результаты работы имеют практическое значение для экологического мониторинга и разработки мер по охране водных экосистем Арктики и Субарктики. Рекомендуется продолжить исследование с использованием различных методов экологического мониторинга для более точной оценки состояния реки, прогнозирования изменений под влиянием климатических и антропогенных факторов, а также для сохранения уникальной экосистемы реки Ворьема.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / В. А. Абакумов ; Министерство экологии и природных ресурсов Российской Федерации. — Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1992. — 320 с.
2. Абакумов В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов ; Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. — 240 с.
3. Атлас Мурманской области. — Москва, 1971. — 46 с.
4. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : Учебное пособие для высших учебных заведений / Н. В. Зуева, Д. К. Алексеев, А. Ю. Куличенко [и др.] ; Российский государственный гидрометеорологический университет. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2019. — 140 с. — ISBN 978-5-86813-491-3.
5. Государственный природный заповедник «Пасвик» : [официальный сайт]. — URL: <https://pasvik-reserve.ru> (дата обращения: 25.04.2025).
6. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2022 году / М-во природ. ресурсов, экол. и рыб. хоз-ва Мурманской обл. — 151 с.
7. Зуева, Н. В. Оценка экологического состояния малых рек Северо-Запада России на основе структурных характеристик сообществ макрофитов (на примере Ленинградской области) : специальность 25.00.36 "Геоэкология (по отраслям)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Зуева Надежда Викторовна. — Санкт-Петербург, 2007. — 203 с

8. Капитонова, О. А. Конспект флоры макрофитов Вятско-Камского Предуралья / О. А. Капитонова // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 4-85.

9. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения / В. М. Катанская. — Ленинград : Наука, 1981. — 187 с.

10. Кокин К. А. Экология высших водных растений / К. А. Кокин. — Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1982. — 160 с. : ил.

11. Кравченко, А. В. О флоре и растительности Нижнего течения реки Ворьема (Мурманская область) / А. В. Кравченко // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Восточной Фенноскандии : тезисы докладов международного совещания, посвященного 100-летию со дня рождения М.Л. Раменской, Апатиты, 15–19 июня 2015 года. – Апатиты: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук, 2015. – С. 52-53.

12. Кравченко, А. В. Первые сведения о растительности и флоре лишайников планируемой особо охраняемой природной территории / А. В. Кравченко, Н. В. Поликарпова, М. А. Фадеева // Роль заповедников России в сохранении и изучении природы : Материалы юбилейной научно-практической конференции, пос. Брыкин Бор, 07–10 сентября 2015 года. – пос. Брыкин Бор: НП "Голос губернии", 2015. – С. 54-59.

13. Макарова Т. Д. Зональные и региональные факторы изменения экосистем Кольского Севера в условиях антропогенного загрязнения // Эколого-географические проблемы Кольского Севера : сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, Кол. науч. центр им. С. М. Кирова, Ин-т пробл. пром. экологии Севера ; ред. Г. В. Калабин, Т. Д. Макарова. — Апатиты : КНЦ РАН, 1992. — 143 с.

14. Макарова, О. А. Ворьема - новая ООПТ в пограничной зоне России и Норвегии / О. А. Макарова, Н. В. Поликарпова // Природное и культурное

наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие : коллективная монография по материалам VI Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 октября 2017 года / Ответственные редакторы В.П. Соломин, Н.О. Верещагина, А.Н. Паранина. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2017. – С. 483-487.

15. Малуша, А. П. Оценка таксономического разнообразия водных макрофитов рек севера Мурманской области / А. П. Малуша, Е. Р. Орлова, Н. В. Зуева // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность : Тезисы докладов Международной научной конференции, посвящённой 150-летию Севастопольской биологической станции - Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий», Севастополь, 13–18 сентября 2021 года. – Севастополь: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр "Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН", 2021. – С. 135-136.

16. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных : учеб.-метод. пособие / [Р. М. Городничев и др.]. - Якутск : Изд. дом СВФУ, 2019. - 94 с.

17. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 2. Мурманская область. — Ленинград : Гидрометеоиздат, 1988. — 320 с.

18. Никонов В. В. Почвообразование в Кольской Субарктике / В. В. Никонов, В. Н. Переверзев. — Ленинград : Наука, 1989. — 68 с.

19. Оценка состояния растительного покрова трансграничного водотока северной Фенноскандии (российская часть р. Паз) / Н. В. Зуева, О. Г. Гришуткин, Ю. А. Зуев [и др.] // Биология внутренних вод. – 2022. – № 4. – С. 381-394. – DOI 10.31857/S0320965222040325.

20. Папченков, В. Г. О классификации макрофитов водоемов и водной растительности / В. Г. Папченков // Экология. – 1985. – № 6. – С. 8-13.

21. Раченкова, Е. Г. Использование макрофитов для оценки качества природных вод / Е. Г. Раченкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4(28). – С. 271-272.

22. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 1. Кольский полуостров / под ред. Ю. А. Елшина, В. В. Куприянова. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1970. — 316 с.

23. Садчиков А. П. Гидробиотаника: прибрежно-водная растительность / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. — Москва : Академия, 2005. — 240 с.

24. Сёмин В. А. Макрофиты и их место в системе экологического мониторинга / В. А. Сёмин, А. В. Фрейдлинг // Научные основы биомониторинга пресноводных экосистем : тр. совет.-франц. симпозиума. — Ленинград, 1988.

25. Шайхутдинова А. А. Методы оценки биоразнообразия : метод. указания / А. А. Шайхутдинова ; Оренбург. гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2019.

26. Эйно́р Л. О. Макрофиты в экологии водоёма / Л. О. Эйно́р. — Москва : ИВП РАН, 1992. — 256 с.

27. AMAP Assessment 2021: Human Health in the Arctic / Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). — Tromsø, Norway : AMAP, 2021. — x, 240 p.