



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 (магистерская работа)

На тему Макрофиты как биоиндикаторы экологического состояния рек севера
Мурманской области

Исполнитель Потиевская Надежда Алексеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)
Зуева Надежда Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«07» 06 2023

Санкт-Петербург
2023

Содержание

Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследования	5
1.1 Климат	6
1.2. Геология и рельеф	7
1.3 Почвенный покров	8
1.4 Растительный покров.	10
1.5 Антропогенное воздействие на территорию исследования	14
Глава 2. Материалы и методы исследования	19
2.1 Полевые работы	19
2.2. Гербаризация	22
2.3 Анализ данных	24
2.4 Факторный анализ	28
Глава 3. Результаты исследования	30
3.1 Водные макрофиты как индикаторы состояния водных объектов.	30
3.2 Флористический состав макрофитов водотоков северной Фенноскандии	32
3.3 Анализ полученных значений индекса Жаккара	44
3.4 Анализ значений индекса Шеннона	46
3.5 Анализ значений индекса трофии	54
3.6 Результаты обработки данных методом факторного анализа	56
3.7. Оценка состояния водотоков по интегральному индексу	62
Заключение	66
Список использованных источников	70

Введение

Изучение сообщества макрофитов крупных водоемов, таких как водохранилища и озера, происходило более масштабно, чем изучение тех же сообществ водотоков, а именно ручьев и рек различной величины [1]. Однако стоит отметить, что растительность крупных рек имеет большое сходство с растительностью водоемов. Рассматриваемые во многих публикациях методы исследования макрофитов не уточняют приемов работы в текущих водах, но, в целом, так же подходят для изучения растительных сообществ в водотоках.

Макрофиты играют не последнюю роль в экосистемах водотоков и водоемов. Являясь пищевым ресурсом и местом обитания ихтиофауны, птиц и животных они также выступают в роли индикатора состояния водоема. Одним из преимуществ наблюдения за макрофитами является их устойчивость к кратковременным изменениям среды, однако многолетние наблюдения дают возможность проследить изменение в условиях их обитания, позволяют определить трофность водоёма и специфику химизма вод [2].

Изучение растительности малых и средних рек актуально для Мурманской области, в особенности для территории заповедника Пасвик, где наблюдается сеть малых и средних рек.

Объект исследования – водные макрофиты водотоков севера Фенноскандии.

Предмет исследования – биоиндикационные возможности водных макрофитов северной Фенноскандии.

Цель магистерской диссертации – оценить экологическое состояние ряда водотоков севера Мурманской области с использованием водных макрофитов.

Задачи:

1. Рассмотреть особенности и физико-географическую характеристику региона исследования.
2. Провести флористическое описание станций изученных рек, выполнить анализ распределения макрофитов по экологическим группам. Выявить сходство и различие станций по флористическому составу.
3. Произвести оценку таксономического разнообразия макрофитов всех исследованных водных объектов. Проиллюстрировать изменение разнообразия на примере ряда различных рек.
4. Выполнить анализ природных факторов, определяющий формирование растительного покрова рек.
5. Выполнить оценку уровня трофии с помощью макрофитов. Сделать вывод об экологическом состоянии водотоков.

Методы и средства исследования – полевые работы были проведены в вегетативный период (июль-август) по стандартным методикам (Катанская, 1981). Собранные растения были гербаризированы по общепринятым методикам.

Научная новизна диссертационного исследования – проведенные исследования расширили базу данных о макрофитах северного региона Кольского полуострова, а также расширили границы исследованных водных объектов.

Практическая значимость - по полученным данным можно провести оценку качества водотоков с помощью водных макрофитов. В дальнейшем данная база послужит основой для проведения полноценного мониторинга водных артерий Кольского полуострова и послужит началом расширения методов биоиндикации, применяемых на территории России в Северных районах.

Список использованных источников:

1. Семин, В.А. Макрофиты и их место в системе экологического мониторинга [Текст] / В.А. Семин, А.В. Фрейндлинг // Труды Советско-французского симпозиума «Научные основы биомониторинга пресноводных экосистем». - С. 95–103.
2. Бобров, А.А. Изучение растительного покрова ручьёв и рек: методика, приёмы, сложности [Текст] / А.А. Бобров, Е.В. Чемерис // Гидробиотаника 2005. Материалы VI Всероссийской школы-конференции по водным макрофитам. - 2006. - С. 181–203.
3. Мюльгаузен, Д.С. Государственный природный заповедник «Пасвик» (Мурманская область) [Текст] / Д.С. Мюльгаузен, Л.А. Панкратова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2013. - №10. - С. 89–91.
4. Зенкова, И.В. Летняя динамика температуры в горных почвах заповедника «Пасвик» [Текст] / И.В. Зенкова // Вестник МГТУ. - 2013. - №4. - С. 715–724.
5. Кравченко, А.В. Сосудистые растения заповедника «Пасвик» и смежной территории Мурманской области [Текст]: А.В. Кравченко. - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2020. - 281 с.
6. Светов, С.А. Геологическое строение территории зеленого пояса Фенноскандии (Российская часть) [Текст] / С.А. Светов, В.С. Куликов, А.И. Слабунов // Труды Карельского научного центра РАН. - 2019. - №4. - С. 32–40.
7. Позвоночные животные заповедника «Пасвик» [Текст]: под ред. Н.В. Поликарповой. - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. - 219 с.
8. Поликарпова, Н.В. Почвы заповедника «Пасвик» [Текст] / Н.В. Поликарпова, Э.М. Раковская // Экологические функции лесных почв в естественных и нарушенных ландшафтах. Ч. 2. Сб. материалов IV Всероссийской научной конференции с международным участием по лесному почвоведению. - 2011. - С. 54–57.

9. Переверзев, В.Н. Почвы и почвенный покров Кольского полуострова: история и современное состояние исследований [Текст] / В.Н. Переверзев // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2011. - №1. - С. 39–43.

10. Раменская, М.Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии [Текст]: М.Л. Раменская. - Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1983. - 215 с.

11. Хлебосолова, О.А. Эволюция проблем природопользования в Печенгском районе Мурманской области [Текст] / О.А. Хлебосолова, Е.И. Голубева // Рациональное природопользование: традиции и инновации. Материалы III Международной конференции. - 2022. - С. 321–327.

12. Даувальтер, В.А. Влияние выбросов комбината «Печенганикель» на экологическое состояние наземных и водных экосистем приграничной территории между Россией, Норвегией и Финляндией [Текст] / В.А. Даувальтер, Н.А. Кашулин // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Восточной Фенноскандии. Тезисы докладов международного совещания, посвященного 100-летию со дня рождения М.Л. Раменской. - 2015. – С. 398-406.

13. Боровичев, Е.А. Зеленый пояс Фенноскандии в Мурманской области: ресурсный и природоохранный потенциал и перспективы развития [Текст] / Е.А. Боровичев, О.В. Петрова, Н.Е. Королева, В.Н. Петров, Г.Н. Харитонов, А.М. Крышень // Север и рынок: формирование экономического порядка. - 2018. - №6. - С. 80–88.

14. Даувальтер, В.А. Изменение геоэкологического состояния арктического озера Куэтсъярви в постсоветское время [Текст] / В.А. Даувальтер, Н.А. Кашулин, Д.Б. Денисов, Е.М. Зубова, З.И. Слуковский, А.С. Мицуков // Сергеевские чтения: геоэкологические аспекты реализации национального проекта «Экология». Диалог поколений: Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. - 2020. - С. 361–366.

15. Environmental Monitoring Programme for Aquatic Ecosystems in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area [Текст]: подред. Е. Jelkänen. Lapin ELY-keskus, 2015. - 43 с.

16. State of the Environment in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area [Текст]: подред. К. Stebel [идр.]. - Rovaniemi: Lapland Regional Environment Centre, 2007. - 102 с.

17. Катанская, В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения [Текст] / В.М. Катанская. - Л.: Наука, 1981. - 187 с.

18. Синкявичене, З.В. Характеристика растительности средних и малых рек Литвы [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Синкявичене, З.В. - Вильнюс, 1992. - 28 с.

19. Садчиков, А.П. Экология прибрежно-водной растительности [Текст]: учебное пособие / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшев. - М.: Изд-во НИИ-Природа, РЭФИА, 2004. - 220 с.

20. Соловьева, В.В. Гидробиотаника [Текст]: учебник для высших учебных заведений / В.В. Соловьева, А.Г. Лапиров. - Самара: ПГСГА, 2013. - 354 с.

21. Денисенко, С.Г. Информационная мера Шеннона и ее применение в оценках биоразнообразия (на примере морского зообентоса) [Текст] / С.Г. Денисенко // Исследования фауны морей. №56. - С. 35–46.

22. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах [Текст]: Н.В. Зуева [и др.]. - СПб: РГГМУ, 2019. - 140 с.

23. Зуева, Н.В. Использование структурных характеристик сообществ макрофитов как индикатора экологического состояния малых рек запада Ленинградской области [Текст] / Н.В. Зуева, В.В. Гальцова, В.В. Дмитриев, А.Б. Степанова // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. - 2007. - №4. - С. 60–71.

24. Зуева, Н.В. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга [Текст] / Н.В. Зуева,

Е.А. Примак, А.В. Бабин, Ю.А. Зуев, Е.С. Урусова // География и природные ресурсы. - 2021. - №2. - С. 32–40.

25. Титов, А.Ф. Зеленый пояс Фенноскандии: состояние и перспективы развития [Текст] / А.Ф. Титов, А.А. Буторин, А.Н. Громцев, Е.П. Иешко, А.М. Крышень, Ю.В. Савельев // Труды КарНЦ РАН. - 2009. - №2. - С. 3–11.

26. Tellesbø, A.S. Klassifisering av miljøtilstand i vann ved bruk av vannplanter. [Текст]: дис. канд. биол. наук / Tellesbø, A.S. - Telemark, 2014. - 104 с.

27. Fraucke, E. Intercalibrating the national classifications of ecological status for Northern rivers: biological quality element: macrophytes. [Текст]: E. Fraucke, M. Mjelde, J. Aroviita. подред. S. Poikane. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. - 33 с.

28. Мое, Т.Ф. Nuisance growth of *Juncus bulbosus*: the roles of genetics and environmental drivers tested in a large-scale survey: The roles of genetics and environmental drivers tested in a large-scale survey [Текст] / Т.Ф. Мое, А.К. Brysting, Т. Andersen, S.C. Schneider, Ø. Kaste, D.O. Hessen // Freshwater Biology. - 2013. - №1. - С. 114–127.

29. Зуева, Н.В. Опыт использования токсикологических характеристик в интегральной оценке экологического состояния водного объекта [Текст] / Н.В. Зуева, А.В. Козлова, А.Ю. Куличенко // Труды Карельского научного центра РАН. - 2018. - №3. - С. 43–56.

30. Многомерный статистический анализ в экономике [Текст]: Л.А. Сошникова [и др.]. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. - 598 с.

31. Somerfield, P.J. A generalised analysis of similarities (ANOSIM) statistic for designs with ordered factors [Текст] / P.J. Somerfield, K.R. Clarke, R.N. Gorley // Austral Ecology. - 2021. - №6. - С. 901–910.

32. Anderson, M.J. Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA) [Текст] / M.J. Anderson // Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. - 2017. - С. 1–15.

33. Семин, В.А. Макрофиты как индикаторы закисления и изменения трофности водоемов [Текст] / В.А. Семин, А.В. Фрейндинг // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. - 1983. - №7. - С. 68–74.

34. Schmedtje, U. Bioindication by macrophytes - Can macrophytes indicate saprobity? [Текст] / U. Schmedtje, F. Kottmann // Archiv für Hydrobiologie. - 1987. - №3. - С. 455–469.

35. Melzer, A. Aquatic macrophytes as tools for lake management [Текст] / A. Melzer // The Ecological Bases for Lake and Reservoir Management. - 1999. - С. 181–190.

36. Ladislav, S. Potential of Aquatic Macrophytes as Bioindicators of Heavy Metal Pollution in Urban Stormwater Runoff [Текст] / S. Ladislav, A. El-Mufleh, C. Gérente, F. Chazarenc, Y. Andrès, B. Béchet // Water, Air, & Soil Pollution. - 2012. - №2. - С. 877–888.

37. Кочеткова, А.И. О некоторых закономерностях накопления тяжелых металлов высшей водной растительностью на Волгоградском водохранилище [Текст] / А.И. Кочеткова // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. - 2012. - №1. - С. 305–309.

38. Зуева, Н.В. Оценка состояния растительного покрова трансграничного водотока северной Фенноскандии (русская часть р. Паз) [Текст] / Н.В. Зуева, О.Г. Гришуткин, Ю.А. Зуев, Д.Ю. Ефимов, Е.В. Чемерис, А.А. Бобров // Биология Внутренних Вод. - 2022. - №4. - С. 381–394.

39. Папченков, В.Г. Заращение рек Среднего Поволжья и связь его с условиями среды [Текст] / В.Г. Папченков // Экология. - 1985. - №3. - С. 20–27.

40. Кириллова, Н.Р. Разнообразие и распространение водных растений в заповеднике «Пасвик» (Мурманская область) [Текст] / Н.Р. Кириллова // Труды Кольского научного центра РАН. - 2020. - №2. - С. 42–46.

41. Поликарпова, Н.В. Летопись природы «Динамика сезонных явлений и процессов в природном комплексе заповедника «Пасвик» и их изучение по

программе Летопись природы». Книга 26 [Текст]: Н.В. Поликарпова. - Раякоски-Никель: ФГБУ "Государственный заповедник «Пасвик», 2020. - 1249 с.

42. Морозова, О.В. Пространственные тренды таксономического богатства флоры сосудистых растений [Текст] / О.В. Морозова // Биосфера. - 2011. - №2. - С. 190–207.

43. Зуева, Н.В. Оценка экологического состояния системы реки Паз по гидробиотическим показателям [Текст] / Н.В. Зуева, О.Г. Гришуткин, Ю.А. Зуев, Д.Ю. Ефимов, А.А. Бобров // Водные ресурсы: изучение и управление (школа-практика). Материалы VI Международной конференции молодых ученых. - 2020. - С. 86–88.

44. Зуева, Н.В. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере р. Охта, г. Санкт-Петербург) [Текст] / Н.В. Зуева, А.А. Бобров // Биология внутренних вод. - 2018. - №1. - С. 45–54.

45. Шитиков, В.К. [и др.] Количественная гидроэкология: методы системной идентификации [Текст]: В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. - Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. - 463 с.

46. Pasvik River Watercourse, Barents Region: Pollution Impacts and Ecological Responses. Investigations in 1993. [Текст]: Т. Moiseenko [и др.]. - Apatity: INEP-NIVA, 1994. - 89 с.

47. Дурников, Д.А. Грунты и их влияние на распределение гидрофитов в водных экосистемах (на примере водоемов юга Обь-Иртышского междуречья) [Текст] / Д.А. Дурников // Известия АлтГУ. - 2012. - №3. - С. 13–16.

48. Макеев, С.С. Водная биота рек Сахалина [Текст] / С.С. Макеев // Труды КарНЦ РАН. - 2014. - №3. - С. 1–8.

49. Зуева, Н.В. Анализ факторов, влияющих на разнообразие макрофитов ряда рек севера Мурманской области [Текст] / Н.В. Зуева, Ю.А. Зуев, Е.Р. Орлова, О.Г. Гришуткин, А.А. Бобров // Биомониторинг в Арктике. Материалы III международной конференции. - 2022. - С. 57–58.

50. Chambers, P.A. [и др.] Current Velocity and Its Effect on Aquatic Macrophytes in Flowing Waters [Текст] / P.A. Chambers, E.E. Prepas, H.R. Hamilton, M.L. Bothwell // Ecological Applications. - 1991. - №3. - С. 249–257.