



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 «Влияние факторов среды на динамику *Gonyostomum semen*
(Ehr.) Diesing в водной системе Валаамского архипелага»

Исполнитель

Тюльпанов Артём Андреевич
(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)

«3» 06 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Введение

На момент 2023 года в мире существует множество проблем, которые касаются каждого человека. Эти проблемы связаны с социальной сферой, политической или экономической и называются глобальными. Глобальные проблемы представляют собой сложные и масштабные проблемы, которые затрагивают всю планету и ее население. Они имеют долгосрочные и глубокие последствия, влияя на различные сферы жизни, включая окружающую среду, социальную справедливость, экономическое развитие, здравоохранение и безопасность.

Одной из глобальных проблем является изменение климата. Рост уровня парниковых газов в атмосфере, вызванный деятельностью человека, приводит к глобальному потеплению и изменению климатических условий на планете. Это приводит к экстремальным погодным явлениям, повышению уровня морей, ухудшению качества воздуха и угрозе биологического разнообразия.

Еще одной глобальной проблемой является истощение природных ресурсов и разрушение экосистем. Растущее потребление и неправильное использование ресурсов, таких как вода, леса, рыбные запасы и почва, приводят к ухудшению состояния окружающей среды и исчезновению многих видов животных и растений. Это также влияет на человеческое благосостояние, так как мы зависим от природных ресурсов для пищи, воды и других жизненно важных потребностей.

Особо остро реагируют на все эти изменения живые организмы, которые сталкиваются с множеством проблем и с течением времени количество исчезающих видов и уже исчезнувших стремительно увеличивается. Все эти виды играют важную роль в трофической цепочке, а вследствие и в продовольственной. Такая тенденция может в итоге привести к дефициту продовольствия в будущем [1].

В данный момент можно выделить следующие проблемы и их последствия из-за изменения климата, влияющие на экосистемы:

1. Повышению средней температуры на Земле. Это может приводить к изменению в сезонных циклах, миграциях, терморегуляции и метаболизме организмов.
2. Неравномерное распределение осадков в различных регионах, что может вызывать засухи или повышенные уровни влажности для регионов, для которых эти условия не характерны. Это само собой негативно влияет на экосистемы.
3. Таяние ледников и полюсов приводит к повышению уровня морей и океанов, что влечёт за собой гибель прибрежных экосистем, популяций морских организмов и обитателей островов.
4. Изменение характеристики водных систем, а именно температуру вод, их циркуляцию, и химический состав материковых водных систем. Впоследствии изменяются условия для гидробионтов, увеличивается частота цветения, вызванного водорослями [2].
5. Изменение распространения видов приводит к тому что некоторые виды перемещаются в новые регионы, в то время как другие сталкиваются с потерей своих естественных мест обитания. Вселение чужеродных видов организмов может происходить в результате как естественных причин, так и вследствие антропогенной деятельности, т. е. интродукции [3].

Проблемой расселения чужеродных видов в новые ареалы занимается инвазионная экология. Как понятно из названия, предметом изучения в этой отрасли экологии являются инвазивные виды. Инвазивные виды - это виды организмов, которые внедряются и разрастаются в новой среде, в которой они ранее не существовали. Они могут вызывать значительные негативные последствия для экосистем, экономики и здоровья человека [4].

Интерес общественности к инвазивным видам непрерывно растет с каждым годом. Эта глобальная проблема представляет серьезную угрозу для биоразнообразия, особенно в регионах, где присутствуют уникальные эндемики и виды, которые рискуют исчезнуть с лица земли. Как правило, биологическое загрязнение, несет за собой необратимые последствия, в отличие от других видов загрязнения окружающей среды. Последствия могут быть разнообразными, как трансформации экосистем, так и нанесение экономического ущерба и влияния на здоровье людей.

Наличие неаборигенных видов, которые инвазивно распространяются, признается ключевым фактором, способным изменять естественные экосистемы. В связи с этим возникает потребность в определении состава этих видов и изучении их экологических особенностей.

Данная работа посвящена инвазивному виду *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing из класса *Raphidophyceae* и описания влияния факторов среды на его динамику в водной системе Валаамского архипелага.

Цель исследования – выявление факторов среды, влияющих на динамику численности и биомассы *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing в водной системе Валаамского архипелага.

Задачи:

- Провести анализ особенностей распространения и экологии *Gonyostomum semen* в водоёмах (из литературных источников)
- Описать и проанализировать лимнологические параметры малых озёр о. Валаам.
- Проанализировать особенности распространения *Gonyostomum semen* в исследуемых водоёмах
- Исследовать взаимосвязь показателей обилия *Gonyostomum semen* и лимнологических характеристик озёр.

В малых озерах Валаамского архипелага появление данного вида был зафиксировано в 1989 году. В настоящее время *Gonyostomum semen* широко распространен во всей водной системе острова Валаам. Более того, в некоторых озерах этот вид становится причиной возникновения водного цветения. Валаамский архипелаг является объектом ООПТ и обладает уникальными экосистемами для РФ и республики Карелия в частности, поэтому изучение и мониторинг его водных систем является важной и необходимой мерой [5].

Заключение

В ходе работы был проведён анализ особенностей распространения и экологии *Gonyostomum semen* в водоёмах из литературных источников. Описаны и проанализированы лимнологические параметры малых озёр о. Валаам. Проанализированы особенности распространения *Gonyostomum semen* в исследуемых водоёмах. Исследована взаимосвязь показателей обилия *Gonyostomum semen* и лимнологических характеристик озёр Лещёвое, Никоновское, Крестовое, Витальевское и Оссиёво за летне-осенний период в 2022 году.

В исследуемых озёрах ранее уже был обнаружен инвазивный вид *G. semen*, что стало причиной выбора данных озёр.

Среди исследуемых озёр наибольшая биомасса за период с июня по октябрь отмечена в Лещёвом озере (60,5 мг/л). Меньше всего биомассы *G. semen* наблюдалось в Крестовом озере (0,25 мг/л).

Во всех озёрах, за исключением Оссиёво, пик вегетации приходился на конец августа. В Оссиёвом пик пришёлся на начало июля.

В ходе корреляционного анализа была выявлена слабая прямая взаимосвязь между показателями численности, температурой поверхностного слоя и водородным показателем. Между показателем численности, концентрацией растворённого кислорода и электропроводность выявлена слабая обратная связь.

В ходе исследования были получены данные о экстремально высоких показателях биомассы в некоторых внутренних озёрах о. Валаам. Такие показатели о высоком цветении воды и могут нанести большой вред водной экосистеме и вызвать аллергическую реакцию у купающихся в озере людей.

Список литературных источников

1. Доклад ФАО "Состояние биоразнообразия в мире для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства" (краткий обзор, 2019 год). [Электронный ресурс] URL: <https://www.fao.org/3/CA3229RU/CA3229RU.pdf> (дата обращения: 17.03.2023)
2. Лемеза Н.А. Альгология и микология. Практикум: Учеб. пособие / Н.А. Лемеза – Мн.: Вышэйшая школа, 2008. – с. 11-13. [Электронный ресурс] URL: http://www.bio.bsu.by/botany/files/pub_lemez2008a.pdf (дата обращения: 18.03.2023)
3. Корнева Л.Г. Инвазии чужеродных видов планктонных водорослей в пресных водах Голарктики (обзор) / Корнева Л.Г. // ., Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2014 - №1. – с. 9-22 [Электронный ресурс] URL: https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/pdf/dgebuadze_2014_invasions_alien_species_in_holarctic.pdf (дата обращения: 21.03.2023)
4. Инвазионный вид // Энциклопедия лесного хозяйства. — М.: ВНИИЛМ, 2006. — Т. 1. — 416 с. — ISBN 5-94737-023-9.
5. Валаамский архипелаг. ООПТ. [Электронный ресурс]. URL: www.oopt.aari.ru/oopt/Валаамский-архипелаг (Дата обращения: 24.02.2023).
6. Caldart, V.M., Iop, S., dosSantos, T.G., andCechin, S.Z. FreshwaterRaphidophyceae from the State of RiodeJaneiro, SoutheastBrazil. "BiotaNeotropica". 2010. Vol. 10(3), pp. 157-166. DOI: 10.1590/S1676-06032010000300015. URL: <https://www.scielo.br/j/bn/a/KmYgmrVH5CkD9VBRn8FfPqS/> (дата обращения 15.03.2023).
7. Hagman, C. H. C., Rohrlack, T., & Riise, G. (2020). The success of *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae) in a boreal lake is due to environmental changes rather than a recent invasion. *Limnologia*, 84. [Электронный ресурс] URL:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0075951120301808> (Дата обращения: 28.11.2022).
8. Laugaste, R., & Nõges, P. (2002). Nuisance alga *Gonyostomum semen*: Implications for its global expansion. Institute of Zoology and Botany, Estonian Agricultural University. URL: https://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/lake2002/proceedings/13_2.html#8 (дата обращения: 27.11.2022).
9. Trigaľ, C., Hallstam, S., Johansson, K. S. L., & Johnson, R. K. (2013). Factors affecting occurrence and bloom formation of the nuisance flagellate *Gonyostomum semen* in boreal lakes. *Harmful Algae*, 27, 60-67. [Электронный ресурс] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568988313000760?via=ihub> (дата обращения: 27.11.2022).
10. *Gonyostomum semen* (Ehrenberg) Diesing 1866 // AlgaeBase [Электронный ресурс] URL: https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=32775&-session=abv4:AC1F08B1143e9341BEMn71DD18DA (дата обращения: 2.12.2022).
11. Rengefors, K., Weyhenmeyer, G. A., & Bloch, I. (2012). Temperature as a driver for the expansion of the microalga *Gonyostomum semen* in Swedish lakes. *Harmful Algae*, 18, 65-73. [Электронный ресурс] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568988312000790> (дата обращения: 28.11.2022).
12. Трифонова И.С., Афанасьева А.Л., Павлова О.А. Распространение *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing в притоках Ладожского озера // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. №5-1. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rasprostranenie-gonyostomum-semen-ehr-diesing-v-pritokah-ladozhskogo-ozera> (дата обращения: 28.11.2022).
13. Trifonova I.S., Pavlova O.A., Rusanov A.G. Phytoplankton as an indicator of water quality in the rivers of the Lake Ladoga basin and its

elationtoenvironmentalfactors // Arch. Hydrobiol. 2007. Suppl. Vol. 161/3–4. P. 527–549.

14. Гусев Е.С. Особенности структуры и функционирования фитопланктона стратифицированных озёр карстового происхождения Центральной России (Владимирская область): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Борок, 2007. 24 с.

15. Воякина Е.Ю. Динамика структурных показателей *Gonyostomum semen* (Ehr.) Dies. в малых лесных озёрах о. Валаам (Ладожское озеро) // Современные проблемы гидроэкологии: Тезисы докл. 4-й Межд. науч. конф. СПб., 2010. С. 41

16. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. – Минск: БГУ, 2011. – 300 с. [Электронный ресурс] URL: <https://ekolog.org/books/21/21.zip> (дата обращения: 05.04.2023)

17. Rengefors K., Pelsson C., Hansson L., Heiberg L. (2008) Celllysisofcompetitorsandosmotrophyenhancegrowthofbloom-formingalga*Gonyostomumsemen* / KarinRengefors // Aquaticmicrobialecolology. – 2008. - №51. – p. 87-96

18. Karin S.L. Johansson
.DriversandFoodWebEffectsof*Gonyostomumsemen*Blooms: DoctoralThesis,
Uppsala, 2013

19. Семенов Д.А., Воякина Е.Ю. Динамика изменений некоторых лимнологических параметров озера Никоновское (Валаамский архипелаг) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46714929> (дата обращения: 15.04.2023).

20. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние: Атлас / под ред. А.Б. Степановой. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 44 с.

21. Шешукова А. А., Шибина Т. Д., Матинян И. И. Минеральный состав магматических почвообразующих пород острова Валаам // BiologicalCommunications. 2005. №1. [Электронный ресурс]. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/mineralnyy-sostav-magmatischenih-pochvoobrazuyuschih-porod-ostrova-valaam-1> (дата обращения: 15.04.2023).

22. Бискэ Г.С., Геологическая история внутренних водоемов Карелии / Г.С. Бискэ // Матер. к симпоз. по истории озер Северо-Запада–Л.,: 1965.
23. Степанова А.Б., Шарафутдинова Г.Ф., Воякина Е.Ю. Гидрохимические особенности малых озер о. Валаам // Ученые записки РГГМУ, 2009, № 11 с. 143-155.
24. Матинян, Н.Н., Урусевская И.С. Почвы острова Валаам / Н.Н. Матинян, И.С. Урусевская –СПб., 1999.– С.1 – 31.
25. Степанова, А. Б., Воякина, Е. Ю., Бабин, А. В., Зуева, Н. В., Зуев, Ю. А. "Результаты исследований прибрежной зоны Ладожского озера в районе Валаамского архипелага (1998-2019 гг.) в РГГМУ". [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44054170> (дата обращения: 15.04.2023).
26. Воякина Е. Ю. 2007. Фитопланктон водной системы Валаамского архипелага. Автореф. дисс. ... канд. биолог. наук. СПб. 22 с.
27. Воякина Е. Ю. 2010. Динамика структурных показателей *Gonyostomum semen* (Ehrenb.) Dies. в малых лесных озёрах о. Валаам (Ладожское озеро) // Тез. докл. 4-й Межд. науч. конф. «Современные проблемы гидроэкологии». СПб. С. 41.
28. Воякина, Е. Ю. "Фитопланктон озер Валаамского архипелага при различной степени трофности." Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге. Материалы докладов IV Всероссийской научной конференции с международным участием, 24–28 сентября 2018 г., Санкт-Петербург, Россия. Под редакцией Л. Н. Волошко. Санкт-Петербург: Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Русское ботаническое общество, 2018. С. 105-109.
29. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений - Л.: Гидрометеиздат, 1983.- 239 с.
30. Руководство по химическому анализу вод суши. - Л., 1973.- 269 с.

31. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. - Л., 1988.- 33 с.
32. Китаев С.П. «Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов» Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007 – 395 с.