Санкт-Петербургский Государственный университет

Биологический факультет

Кафедра прикладной экологии

образовательная программа

«Биоразнообразие и охрана природы»

Тун Вэнькай

Биоразнообразие водорослей Нижне-Свирского государственного природного заповедника

Выпускная квалификационная работа магистра

(магистерская диссертация)

Работа выполнена на кафедре прикладной экологии

Научный руководитель:

Старший преподаватель, д.б.н. В.Н. Никитина

Санкт-Петербург

2017

**СОДЕРЖАНИЕ**

Стр.

Введение 3

Глава 1. Обзор литературы 5

Глава 2. Характеристика района исследования 7

Глава 3. Материал и методы 9

Глава 4. Таксономический состав и экологическая характеристика альгофлоры исследованных биотопов 13

Выводы 21

Литература 22

Приложение 25

**ВВЕДЕНИЕ**

Биологическое разнообразие – уникальная особенность живой природы, поскольку оно формирует и обеспечивает стабильность и устойчивость к изменениям внешней среды, в том числе вызванным антропогенными воздействиями (Бродский, 2012). Проблемы динамики и сохранения биологического разнообразия в последнее время привлекают всё большее внимание в связи с усиливающимся антропогенным влиянием на экосистемы (Heywood, 1995). Но особенно пристальное внимание на них обратили после подписания в Рио-де-Жанейро в 1992 году конвенции по биологическому разнообразию. Структура разнообразия включает альфа-разнообразие таксономического уровня, бета-разнообразие биоценотического уровня и гамма-разнообразие биогеографического уровня (Whittaker, 1977). Представление о разнообразии имеет множество концепций и терминов, среди которых ключевым является «богатство видов» (Peet, 1974; Бродский, 2012). Видовое богатство оценивается как число видов в пределах биогеоценоза. Видовое, таксономическое богатство (альфа-разнообразие) рассматривается как одна из характеристик любой флоры, в том числе и альгологической. Видовое богатство – величина статичная, отражающая состояние системы.

Высокое разнообразие является, как правило, следствием устойчивого развития экосистемы в относительно стабильных условиях. Биоразнообразие водорослей (альфа-разнообразие) как множества видов начинается с оценки видового состава. Анализ разнообразия водорослей осуществляется в несколько этапов: сообщество видов в пробе, сообщество участка водоёма (совокупность видов в пробах со станций конкретного участка водоёма), совокупность видов в пробах со станций всего водоёма, флора крупной территории или ландшафта, …, флора биосферы (Баринова и др., 2006).

В процессе флористического анализа флоры водорослей, в основе которого лежит альфа-разнообразие, как списка видов, устанавливается приуроченность найденных вдов к определённым местообитаниям, выявляются индикаторные виды на различные условия среды. Подсчитывается для альгофлоры число видов-индикаторов активной реакции среды – pH, галобности и сапробности, что составляет «индикационное лицо» альгофлоры, необходимое для биоиндикации в оценке состояния водоёмов.

Водоросли, являясь автотрофами, составляют основу трофической пирамиды и первыми участвуют в захвате минеральных биогенных элементов, поступающих в экосистему, что выражается в изменении видового богатства и численности. Таким образом, изучение биоразнообразия лежит в основе его использования в биоиндикационных методах. Самым существенным звеном в биоиндикации является видовой состав водорослей-индикаторов, насчитывающих свыше 7000 видов с установленными экологическими параметрами (Баринова и др., 2006).

Число видов водорослей в какой-либо экосистеме характеризуется термином «видовое богатство» и является величиной статичной, отражающей состояние системы. С этой точки зрения изучение альгофлоры заповедников, как не подверженных техногенному воздействию устойчивых экосистем, представляет большой интерес. Актуальность выбранной темы связана с тем, что в Нижне-Свирском заповеднике подробно были изучены многие группы организмов, однако альгофлора заповедника изучена недостаточно. Данная работа содержит сведения об альфа-биоразнообразии водорослей водотоков и водоёмов Нижне-Свирского государственного природного заповедника.

**Цель и задачи работы.**

Цель работы – выявить биоразнообразие и экологические особенности альгофлоры некоторых водотоков и водоёмов Нижне-Свирского заповедника.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Выявить видовой состав.

2. Проанализировать таксономическое биоразнообразие.

3. Указать экологические параметры на видовом уровне.

4. Выявить потенциально опасные виды.

**ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ВОДОРОСЛЕЙ ОХРАНЯЕМЫХ МЕСТ И ИЗУЧЕННОСТЬ АЛЬГОФЛОРЫ НИЖНЕ-СВИРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

Сведения об альгофлоре некоторых водотоков и водоёмов заповедника и примыкающих к нему территорий приводятся всего в нескольких публикациях, относящихся к последнему десятилетию 20 века (Лукницкая, 1991, 1993, 1995; Лукницкая, Белякова, 1996; Балашова и др, 1999; Летанская, Протопопова, 2012; Павлова и др., 2015). Наиболее полно представлен видовой состав пресноводных водорослей заповедника в коллективной монографии по низшей флоре заповедника (Мхи, водоросли, лишайники…, 1996). Издание содержит сведения о пресноводных водорослях, выявленных на территории Нижне-Свирского заповедника в летние сезоны 1989-1991 гг. Подробно рассмотрены лишь два отдела: Charophyta: порядки Mesoteniales и Desmidiales, и Cyanophyta. Кроме того, приведён список почвенных водорослей. В результате камеральной обработки проб, отобранных у берега Ладожского озера, из Свирской губы, из рек Ситика, Гумбарка, Зубец, различных частей Лахтинского залива, Сегежского озера и заболоченных районов вокруг него, а также из водоёмов различных кварталов заповедника составлены списки, насчитывающие 6 видов мезотениевых и 71 вид десмидиевых водорослей. Характерной особенностью альгофлоры является доминирование в ней видов из родов Closterium и Cosmarium. Кроме того, отмечено присутствие в пробах в большом количестве вегетативных нитей родов Spirogyra, Mougeotia, Zygnema (Charophyta, Zygnematales) без определения видовой принадлежности вследствие отсутствия органов размножения. Также были отмечены представители некоторых родов золотистых, жёлтозелёных, эвгленовых, диатомовых и некоторых других водорослей без указания на видовую принадлежность.

Список обнаруженных синезелёных водорослей насчитывает 75 видов из 33 родов, 21 семейства, 6 порядков и 3 классов. Автор отмечает нахождение в пробах 14 редких видов. К ним относятся *Anabaena minutissima* Lemm., *A. sedovii* Kossinsk., *Beckia bella* (G.Beck) Elenk., *Clastidium setigerum* Kirchn., *Cyanocystis parva* Conrad, *Cyanodictyon reticulatum* (Lemm.) Geitl., *Leptochaete parasitica* Borzi, *Microchaete diplosiphon* Gom., *Oscillatoria beggiatoformis* (Grun.) Gom. *f. phormidioides* Kondrat., *Phormidium molle* (Kütz.) Gom., *Ph. purpurascens* (Kütz.) Gom., *Ph. tenussimum* Woronich., *Radiocystis geminata* Skuja, *Xenococcus minimus* Geitl.

Таким образом к настоящему времени имеются лишь частичные сведения об альгофлоре водных биотопов Нижне-Свирского заповедника при полном отсутствии данных по видовому составу эвгленовых, охрофитовых, динофитовых, зелёных и многих харовых, которые остались неизученными.

Следует отметить наряду со списками альгофлоры водных биотопов и сведения о почвенных водорослях, обнаруженных в основных растительных ассоциациях, а также в отдельных экотопах с выраженным геофитоном (Чаплыгина, 1996аб). Список насчитывает 91 вид и внутривидовой таксон из 4 отделов: Cyanophyta, Bacillariophyta Xanthophyta и Chlorophyta. Автор отмечает, что наибольшим таксономическим разнообразием представлены зелёные и жёлтозелёные водоросли, что характерно для почвенной альгофлоры таёжной зоны.

Анализ литературвы по альгофлоре планктона Ладожского озера (Летанская, Протопопова, 2012) позволил охарактеризовать Ладогу как олиго-мезотрофный водоём, структурная организация которого стабильна. Установлены сроки вегетации (май-ноябрь). Для весеннего и осеннего фитопланктона отмечается пик диатомовых водорослей, летний пик цианобактерии и криптофитовые. Мелководная прибрежная часть озера, пограничная с территорией заповедника, соответствует мезотрофному статусу. Для этой акватории характерно развитие диатомовых, цианобактерий и некоторых других водорослей.

Из публикаций, касающихся влиянию водосбора Ладожского озера, следует отметить данные, полученные рядом сотрудников института озероведения (Павлова, 2015). Исследования фитопланктона ряда рек, особенно Свири, показывают, что его основу составляют диатомовые, криптофитовые, рафидофитовые и синезелёные водоросли. В числе доминантов отмечены и виды рода, а из наиболее значемых следует отметить и обилие диатомей и родов.

Однако, поскольку данные, изложенные в этих двух работах, касаются в основном структуры фитопланктона и связи его с гидрохимическим режимом притоков Ладоги, интересны для нас, в основном, сведения о видовом составе водорослей, участвующих в формировании альгофлоры той прибрежной части Ладожского озера, которая лежит в пределах Нижне-Свирского заповедника.

**ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Нижне-Свирский государственный природный заповедник, является природоохранным, научно-исследовательским и эколого-просветительским учреждением федерального значения, образованным с целью сохранения и изучения: естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, уникальной экологической системы природных комплексов южного Приладожья, экологического мониторинга, а также разработки научных основ охраны природы (Макромицеты…, 2015).

Анализируемый заповедник был образован в 1980 году.

Заповедник расположен в Лодейнопольском районе Ленинградской области.

Территория заповедника находится на правом берегу реки Свирь от урочища «Старый Кол» до устья, где Свирь впадает в Ладожское озеро.

Общий характер рельефа заповедника – равнинный. Наибольшую заинтересованность представляют формы рельефа озёрно-ледникового происхождения - береговые валы Ладожского озера и некоторые озёрные котловины. Образование рельефа связано как с работой волн древних морей, так и с деятельностью проходившего здесь ледника.

Нижне–Свирский заповедник реализует следующие задачи:

а) С целью сохранения биологического многообразия и поддержания в естественном состоянии охраняемых природных комплексов и объектов, охрана территории (акваторий);

б) Ведение Летописи природы и проведение научных исследований;

в) Экологический мониторинг;

г) Экологическое просвещение;

д) Помощь в подготовке научных кадров и специалистов в сфере охраны окружающей природной среды.

Таким образом, основная цель заповедника – сохранение и поддержание многообразия природных комплексов и объектов территории (n-svirsky.ru).

Общая площадь исследуемого заповедника составляет 42390 га, из которых 5000 га, приходится на часть акватории Свирской губы Ладожского озера.

На территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника имеется большое количество водоемов.

Примерно на трети всей площади заповедника расположены болота. В первую очередь они представлены древними верховыми болотами. Далее следуют переходные, низинные и межгрядовые болота, затянувшие понижения рельефа, долины ручьёв и берега озёр.

Среди крупных рек заповедника, можно выделить следующие: Сярьба, Сегежа, Свирь, Ситика, Гумбарка, Пельчужня, Зубец и др.

Крупные озёра заповедника: Ладожское, Сярьба, Сегежское и Залив Лахта.

Одна из самых длинных рек – Свирь. Принимая по пути ручьи, насыщенные болотной водой, она также темнеет к устью. Из-за подпоров воды бобровыми плотинами большинство речек заповедника кажутся более полноводными, чем есть на самом деле.

Сток Свири регулируется не только уровнем подземных вод и Онежского озера, откуда эта река берёт начало, но и двумя расположенными на ней ГЭС. Исходя из этого, уровень воды в водоемах, которые связаны с рекой Свирь, меняется не только в зависимости от сезона, но испытывает также ежедневные колебания, поднимаясь к вечеру и понижаясь к утру. Амплитуда колебаний достигает в среднем 0,7 м.

В центральной части заповедника в сушу врезается длинный залив Лахта, также представляющий собой старицу реки Свирь.

Самый большой водоем в Нижне-Свирском заповеднике Сегежское озеро.

В последнее время река Свирь подвергается загрязнению промышленными стоками. Из-за такого воздействия многие экосистемы становятся непригодны для водных обитателей (Павлова, 2015).

**ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Данная работа написана на основе флористического и экологического анализа материалов, собранных в июле 2016 года сотрудниками кафедры прикладной экологии Бурдо А.Ю., Дубовиковым Д.А. и Никитиной В.Н. Всего было отобрано 25 проб из различных водных и вневодных биотопов. Эта работа продолжает трёхлетние ежегодные исследования альгофлоры заповедника.

Отбор материала проводился по стандартным методикам: пробы водорослей фиксировались 40 % формалином из расчёта 1 мл формалина на 100 мл пробы (Гусева, 1959; Водоросли…, 1989). Качественные пробы фитопланктона отбирались объёмом 100 мл в пластиковые баночки с узким горлом при помощи планктонной сети. Пробы обрастаний, бентоса, выжимок и нитчаток отбирались в пластиковые баночки объёмом 50 мл и 100 мл с широким горлом вблизи берега. Одновременно с отбором проб проводилось измерение температуры воды спиртовым погружным термометром. Также фиксировались координаты точек отбора с помощью GPS/ГЛОНАСС навигатора.

Идентификация видов проводилась во временных препаратах с помощью микроскопа прямого света Leica DM 1000 при увеличениях 10х10, 10х20, 10х40.

Для идентификации видов использовались «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1951-1986); Косинская (1960); Царенко (1990); Komárek, Anagnostidis (1998, 2005); Komárek (2013).

Верификация названий и авторов таксонов в соответствии с современной номенклатурой проводилась с использованием электронных баз данных AlgaeBase и World Register of Marine Species (algabase.org; marinespecies.org).

Фотофиксация видов осуществлялась с помощью цифровой камеры Leica EC3 для микроскопа Leica DM 1000.

Экологическая характеристика водорослей, сведённая в общую таблицу, основана на материалах публикаций С.С. Бариновой, Л.А. Медведевой, О.В. Анисимовой (Баринова и др., 2006). Данные по токсичности и потенциальной возможности вызывать «цветение» в условиях Северо-Запада России взяты из работы Р.Н. Беляковой, Л.Н. Волошко и др. (Водоросли, вызывающие…, 2006).

**3.1 Описание мест проводимых исследований и отборов проб**

Ниже даны даты отбора, географические характеристики точек отбора проб, метеоусловия отбора, типы проб, их объём и описания отбираемого материала.

17.07.2016

Точка №3 – у моста ниже по течению реки Сегежа. 60.682317N 33.260252E

Ясно. Слабый ветер. tводы = 15,5оС

№53 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона. Отбиралась планктонной сетью, забрасываемой несколько раз с берега (остальные качественные пробы отбирались тем же способом).

№54 – обрастания, нитчатки.

Точка №4– омут на повороте (излучине?) реки Сярьба. 60.692167N 33.242202E

Метеоусловия те же. tводы = 14,5оС

№56 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона.

№57 – 50 мл. Бентос, обрастания, нитчатки.

18.07.2016

Точка №5– кордон на реке Свирь. 60.647099N 33.197589E

Дождь, слабый ветер. tводы = 19,5оС

№59 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона.

№60 – 50 мл. Соскобы с камней, нитчатки с тростника, выжимка с высшей водной растительности.

Точка №6 – залив Лахта реки Свирь, недалеко от Свири. 60.648806N 33.169143E

Слабый ветер, порывами умеренный. tводы = 20,5оС

Проба с лодки, за тростником.

№62 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона.

№63 – 50 мл. Выжимки с кубышек и тростника.

Точка №7 – правый берег залива Лахта. У железного старого причала. 60.649524N 33.158643E

Умеренный ветер, слабый дождь.

№64 – 50 мл. Выжимка с высших водных растений, ил со дна, соскобы с камней и причала.

19.07.2016

Точка №9 – лужа в понижении между формирующимися грядами на берегу Ладожского озера, недалеко от правого берега устья реки Гумбарки. 60.676039N 32.935215E

№68 – водоросли со дна.

Точка №10 – река Ситика. 60.681120N 32.926053E

Ветер слабый, дождь. tводы = 16,5оС

№70 – 100 мл. Выжимки с мхов, высшей водной растительности, ил со дна.

20.07.2016

Точка №11 – река Гумбарка, спуск около корпуса визит-центра. 60.676153N 32.943146E

Штиль, ясно. tводы = 17оС

№72 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона.

№73 – 100 мл. Соскоб с палена, нитчатки, выжимка из высших водных растений и нитчаток, ил со дна.

Точка №12 – Ладожское озеро, недалеко от левого берега реки Гумбарки. 60.673590N 32.939110E

Метеоусловия те же. tводы = 18,5оС

№75 – 100 мл. Взвесь из воды и перемолотых тростников, зачерпнутая планктонной сетью.

Точка №14 – река Зубец, у зимовья. 60.613242N 32.957184E

Метеоусловия те же. tводы = 20оС

№78 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона.

№79 – 100 мл. Выжимки из кубышки и другой высшей водной растительности, ил со дна, соскоб с бревна.

Точка №15 – река Пильчужня, понтонный мост у беседки. 60.660618N 32.959433E

Метеоусловия те же. tводы = 19оС

№81 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона.

№82 – 50 мл. Выжимка из высшей водной растительности, соскоб с брёвен, мат с брёвен, ил со дна.

21.07.2016

Точка №17 – залив Лахта реки Свирь, у стационара заповедника, спуск около дебаркадера. 60.640372N 33.086830E

Ветер слабый, ясно. tводы = 23оС

№86 – 100 мл. Качественная проба фитопланктона.

№87 – 100 мл. Соскобы с камней, кубышек, других высших водных растений, ил со дна.

**ГЛАВА 4. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬГОФЛОРЫ ИССЛЕДОВАННЫХ БИОТОПОВ**

По результатам камеральной обработки проб был получен список обнаруженных видов.

Отдел **Cyanobacteria** (цианобактерии/синезелёные водоросли)

1. Anabaena minutissima Lemm
2. Aphanocapsa delicatissima W. et G.S. West
3. Aphanocapsa holsatica (Lemm.) Cronb. et Kom.
4. Chamaesiphon confervicola A.Br. [Chamaesiphon curvatus]
5. Chroococcus minimus (Keissl.) Lemm. [Gloeocapsa minima]
6. Chroococcus minor (Kütz.) Näg. [Gloeocapsa minor]
7. Chroococcus turgidus (Kütz.) Näg. [Gloeocapsa turgida]
8. Cylindrospermum michailovskoense Elenk.
9. Cylindrospermum stagnale Born. et Flah.
10. Leptolyngbya foveolara (Gom.) Anagn. et Kom. [Phormidium foveolarum]
11. Merismopedia punctata Meyen
12. Merismopedia tenuissima Lemm.
13. Microcoleus amoenus (Gom.) Strunecky, Kom. et J.R.Johansen [Oscillatoria amoena]
14. Microcystis aeruginosa (Kütz.) Kütz.
15. Nostoc paludosum Kütz. ex Born et Flah.
16. Oscillatoria limosa Ag. ex Gom.
17. Oscillatoria simplicissima Gom.
18. Oscillatoria tenuis Ag. ex Gom.
19. Phormidesmis molle (Gom.) Turicchia, Ventura, Komárková et Kom. [Phormidium molle]
20. Phormidium ambiguum Gom.
21. Phormidium breve (Kütz. ex Gom.) Anagn.et Kom. [Oscillatoria brevis]
22. Phormidium inundatum Kütz. ex Gom.
23. Phormidium puteale (Mont. ex Gom.) Anagn. et Kom. [Lyngbya putealis]
24. Planktolyngbya bipunctata (Lemm.) Anagn. et Kom. [Lyngbya bipunctata]
25. Planktolyngbya brevicellularis Cronb. et Kom.
26. Pseudanabaena mucicola (Naum. et Hub.-Pest.) Schwabe
27. Synechocystis aquatilis Sauv.
28. Snowella lacustris (Chod.) Kom. et Hind.
29. Trichormus variabilis (Kütz. ex Born. et Flah.) Kom. et Anagn. [Anabaena variabilis]

Отдел **Euglenophyta** (Эвгленовые)

1. Lepocinclis acus (O.F.Müller) B.Marin et Melkonian
2. Lepocinclis sp.
3. Phacus sp.
4. Trachelomonas hispida

Отдел **Dinophyta** (Динофитовые)

1. Ceratium hirundinella (O.F. Müll.) Dujardin

Отдел **Bacillariophyta** (Диатомовые)

1. Amphora sp.
2. Asterionella formosa Hass.
3. Aulacoseira granulata (Ehrb.) Simons.
4. Aulacoseira islandica (O. Müll.) Simons.
5. Aulacoseira italica (Ehrb.) Simons.
6. Cocconeis sp.
7. Cyclotella sp.
8. Cymbella spp.
9. Eunotia spp.
10. Fragilaria crotonensis Kitt.
11. Fragilaria spp.
12. Gomphonema spp.
13. Gyrosigma scalproides (Rabenh.) Cleve
14. Gyrosigma sp.
15. Meridion circulare (Greville) C.Agardh
16. Navicula spp.
17. Nitzschia sp.
18. Oxyneis binalis (Ehrb.) Round [Tabellaria binalis]
19. Pinnularia spp.
20. Rhoicosphenia sp.
21. Synedra spp.
22. Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.
23. Tabellaria fenestrata var. asterionelloides Grun.
24. Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.

Отдел **Ochrophyta** (охрофитовые)

1. Chrysococcus rufescens Klebs
2. Tetraplektron tribulus (Pasch.) Lobelich, III
3. Tribonema affine (Kütz.) G.S. West
4. Tribonema spirotaenia Ettl
5. Tribonema ulotrichoides Pasch.
6. Tribonema viride Pasch.
7. Tribonema vulgare Pasch.
8. Vaucheria sp.

Отдел **Chlorophyta** (зелёные)

1. Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs
2. Chlorella sp.
3. Coelastrum microporum Näg.
4. Dictyosphaerium pulchellum Wood
5. Eudorina elegans Ehrb.
6. Microspora pachyderma (Wille) Lagerh.
7. Microspora stagnorum (Kütz.) Lagerh.
8. Microspora sp.
9. Oedogonium spp.
10. Oocystis borgei Snow
11. Oocystis submarina Lagerh.
12. Pediastrum duplex var. subgranulatum Racib.
13. Pseudopediastrum boryanum (Turp.) Hegewald [Pediastrum boryanum]
14. Radiococcus polycoccus (Korsh.) Kostikov, Darienko, Lukesová et Hoffm. [Coenococcus polycoccus]
15. Rhizoclonium hieroglyphicum (Ag.) Kütz.
16. Scenedesmus ecornis (Ehrb.) Chod.
17. Stigeoclonium lubricum (Dillw.) Kütz.
18. Stigeoclonium tenue (Ag.) Kütz.
19. Ulothrix oscillarina Kütz.

Отдел **Charophyta** (харовые)

1. Closterium baillyanum (Bréb. ex Ralfs) Bréb.
2. Closterium directum Archer [Closterium ulna]
3. Closterium kuetzingii Bréb.
4. Closterium leibleinii Kütz. ex Ralfs
5. Closterium lineatum Ehrb. ex Ralfs
6. Closterium moniliferum Ehrb. ex Ralfs
7. Closterium parvulum Näg.
8. Closterium venus Kütz. ex Ralfs
9. Cosmarium sp.1
10. Cosmarium sp.2
11. Cosmarium sp.3
12. Cosmarium sp.4
13. Cosmarium sp.5
14. Cosmarium sp.6
15. Cosmarium sp.7
16. Euastrum sp.
17. Hyalotheca dissiliens Bréb.
18. Micrasterias rotata Ralfs
19. Mougeotia spp.
20. Netrium digitus (Bréb. ex Ralfs) Itzigs.et Rothe
21. Netrium sp.
22. Pleurotaenium sp.
23. Spirogyra spp.
24. Staurastrum paradoxum Meyen ex Ralfs
25. Staurastrum pilosum Bréb. [Cosmoastrum brebissonii, Staurastrum brebissonii]
26. Staurastrum punctulatum Bréb

Подчёркнутые таксоны представлены впервые для альгофлоры заповедника.

Также была составлена таксономическая таблица.

Таблица 1. Таблица таксонов водорослей.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Отдел | Класс | Порядок | Род | Вид |
| Cyanobacteria | Cyanophyta | Chroococcales | Chroococcus | 3 |
|  |  |  | Microcystis | 1 |
|  |  | Merismopedia ceae | Aphanocapsa | 2 |
|  |  |  | Merismopedia | 2 |
|  |  |  | Synechocystis | 1 |
|  |  | Nostocales | Anabaena | 1 |
|  |  |  | Cylindrospermum | 2 |
|  |  |  | Nostoc | 1 |
|  |  |  | Trichormus | 1 |
|  |  | Oscillatoriales | Oscillatoria | 3 |
|  |  |  | Phormidium | 5 |
|  |  |  | Microcoleus | 1 |
|  |  | Synechococca les | Chamaesiphon | 1 |
|  |  |  | Leptolyngbya | 1 |
|  |  |  | Planktolyngbya | 2 |
|  |  |  | Pseudanabaena | 1 |
|  |  |  | Snowella | 1 |
| Euglenophyta | Euglenophyceae | Euglenales | Phacus | 1 |
|  |  |  | Lepocinclis | 2 |
|  |  |  | Trachelomonas | 3 |
| Miozoa | Dinophyceae | Gonyaulacales | Ceratium | 1 |
| Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Bacillariales | Nitzschia | - |
|  |  | Cocconeidales | Cocconeis | - |
|  |  | Cymbellales | Cymbella | - |
|  |  |  | Gomphonema | - |
|  |  |  | Rhoicosphenia | - |
|  |  | Eunotiales | Eunotia | - |
|  |  | Fragilariales | Fragilaria | 2 |
|  |  |  | Synedra | - |
|  |  | Naviculales | Gyrosigma | 2 |
|  |  |  | Navicula | - |
|  |  |  | Pinnularia | - |
|  |  | Tabellariales | Asterionella | 1 |
|  |  |  | Meridion | 1 |
|  |  |  | Oxyneis | 1 |
|  |  |  | Tabellaria | 3 |
|  |  | Thalassiophysa les | Amphora | - |
|  | Coscinodiscophyceae | Aulacoseirales | Aulacoseira | 3 |
|  | Mediophyceae | Stephanodisca les | Cyclotella | - |
| Ochrophita | Chrysophyceae | Chromulinales | Chrysococcus | 1 |
|  | Xanthophyceae | Mischococcales | Tetraplektron | 1 |
|  |  | Tribonematales | Tribonema | 5 |
|  |  | Vaucheriales | Vaucheria | - |
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Chaetophorales | Stigeoclonium | 2 |
|  |  | Chlamydomonadales | Eudorina | 1 |
|  |  | Oedogoniales | Oedogonium | - |
|  |  | Sphaeropleales | Ankistrodesmus | 1 |
|  |  |  | Coelastrum | 1 |
|  |  |  | Microspora | 3 |
|  |  |  | Pediastrum | 1 |
|  |  |  | Pseudopedia strum | 1 |
|  |  |  | Radiococcus | 1 |
|  |  |  | Scenedesmus | 1 |
|  | Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorella | - |
|  |  |  | Dictyosphaerium | 1 |
|  |  |  | Oocystis | 2 |
|  | Ulvophyceae | Cladophorales | Rhizoclonium | 1 |
|  |  | Ulotrichales | Ulothrix | 1 |
| Charophyta | Conjugatophyceae | Desmidiales | Closterium | 8 |
|  |  |  | Cosmarium | 7 |
|  |  |  | Euastrum | - |
|  |  |  | Hyalotheca | 1 |
|  |  |  | Micrasterias | 1 |
|  |  |  | Pleurotaenium | - |
|  |  |  | Staurastrum | 3 |
|  |  | Zygnematales | Mougeotia | - |
|  |  |  | Netrium | 2 |
|  |  |  | Spirogyra | - |
| **7** | **12** | **30** | **68** | **111** |

Оценка качества имеющегося набора видов необходима, чтобы понять, является ли достаточно представительным для флоры изучаемой территории видовой состав, полученный в результате полевых исследований. Критерием оценки полноты исследований альгофлоры является соблюдение зависимости Виллиса, который установил, что в хорошо изученных флорах распределение числа видов по числу родов является закономерным и графически выражается в виде гиперболы.

Рис. 1. График зависимости Виллиса.

Кривая на графике в виде гиперболы даёт основание полагать, что исследование проведено достаточно полно.

**ВЫВОДЫ**

1. Выявлен видовой состав, состоящий из более чем 111 видов, 68 семейств, 30 порядков, 12 порядков и 7 отделов.
2. Доминирующими отделами являются Cyanobacteria (29 таксонов), Charophyta (26 таксонов), Bacillariophyta (24 таксона) и Chlorophyta (19 таксонов).
3. Обнаруженные виды принадлежат трём экологическим группировкам – планктон, бентос, перифитон. Доминируют планктонно-бентосные виды, что соответствует характеру водоёмов.
4. Потенциально опасные виды представлены слабо.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Балашова Н.Б., Белякова Р.Н., Лукницкая А.Ф. и др. Альгофлора Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Биоразнообразие Ленинградской области (Водоросли. Грибы. Лишайники. Мохообразные. Беспозвоночные животные. Рыбы и рыбообразные) / СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1999. – С. 13-78.
2. Баринова С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.
3. Бродский А.К. Биоразнообразие: Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования, обуч. по направлению подготовки "Экология и природопользование" – М. : Академия, 2012. – 206 с.
4. Водоросли, вызывающие «цветение» водоёмов Северо-Запада России. / Белякова Р.Н. и др. – М. : «Товарищество научных изданий КМК», 2006. – 367 с., ил.
5. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. – Киев : Наук. думка, 1989. – 608 с.
6. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. – М. : Сов. наука, 1953. – 651 с.
7. Гусева К.А. К методике учета фитопланктона // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. – Л., 1959. – Т. 2. – С. 44–51.
8. Дедусенко-Щеголева Н.Т., Голлербах М. М. Желтозеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1962. – 272 с.
9. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. – М. : Изд-во. Советская наука.1951, – 619 с.
10. Косинская Е.К. Десмидиевые водоросли // Флора споровых растений СССР. Т. V. Коньюгаты, или сцеплянки (2). – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1960. – 706 с.
11. Летанская Г.И., Протопопова Е.В. Современное состояние фитопланктона Ладожского озера (2005-2009 гг.). // Биология внутренних вод. – 2012. – № 4. – С. 17-24.
12. Лукницкая А.Ф. Альгофлора проектируемых заказников Ленинградской области – болота Низовское и Термоловские // Болота охраняемых территорий: проблема охраны и мониторинга. – Л. : ,1991. – С.50-52
13. Лукницкая А.Ф. Мезотениевые и десмидиевые водоросли (Chlorophyta: Mesoteniales, Desmidiales) некоторых болот юго-восточной части Приладожья // Нов. сист. низш. раст. – 1993. – Т. 29. – С. 8-10.
14. Лукницкая А.Ф. Мезотениевые и десмидиевые водоросли (Chlorophyta: Mesoteniales, Desmidiales) Нижне-Свирского заповедника (Ленинградская обл., Лодейнопольский район) // Нов. cист. низш. раст. – 1995. – Т. 30. – С. 13-16.
15. Лукницкая А.Ф., Белякова Р.Н. Пресноводные водоросли. // Флора и фауна заповедников. Вып. 62. – М. : Боровичская укрупнённая типография, 1996. – С. 16-23.
16. Макромицеты Нижне-Свирского заповедника (аннотированный список видов) / Под ред. М. В. Столярской. – СПб. : ООО «Свое издательство», 2015. – 185 c. + 16 с. цв. вкл.
17. Матвиенко А.М. Золотистые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. – М. : Сов. наука, 1954. – 188 с.
18. Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Зеленые водоросли. Класс улотриксовые (1) // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып.10 (1). – Л. : Наука, 1986. – 360 с.
19. Мхи, водоросли, лишайники Нижне-Свирского заповедника / Волкова Л.А. и др. Флора и фауна заповедников. Вып. 62. – М. : Боровичская укрупнённая типография, 1996. – 34 с.
20. Павлова О.А., Афанасьева А.Л., Станиславская Е.В. Сообщества фитопланктона основных притоков Ладожского озера летом 2014 года. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17. № 6. – С. 135-139.
21. Паламарь-Мордвинцева Г.М. Зеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11 (2). – Л. : Наука, 1982. – 620 с.
22. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев : Наукова думка, 1990. – 208 с.
23. Чаплыгина О.Я. Почвенные водоросли. // Флора и фауна заповедников. Вып. 62. – М. : Боровичская укрупнённая типография, 1996а. – С. 23-28.
24. Чаплыгина О.Я. Почвенные водоросли Нижне-Свирского заповедника. // Нов. cист. низш. раст. – 1996б. – Т. 31. – С. 52-56.
25. Heywood V. E. (ed.). 1995. Global biodiversity assessment. Cambridge University Press. 1152pp.
26. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 1. Teil / Part 1: Chroococcales. Berlin: Spektrum. 1998. – 548 p.
27. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 2. Teil / Part 2: Oscillatoriales. Berlin: Spektrum. 2005. – 759 p.
28. Komárek J. Cyanoprokaryota. 3. Teil / Part 3: Heterocytous Genera. Berlin: Spektrum. 2013. – 1130 p.
29. Peet R.K. 1974. The measurement of species diversity. Annu. Rev. Ecol. and Syst., 5. Palo Alto, Calif.: 285-307.
30. Whittaker R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. Evolutionary biology, 10: 1-67.
31. http://www.algaebase.org/ Дата обращения: 15.05.2017.
32. http://www.marinespecies.org/ Дата обращения: 15.05.2017.
33. http://www.n-svirsky.ru/ Дата обращения: 15.05.2017.
34. http://www.n-svirsky.ru/deyatelnost/science/ Дата обращения: 15.05.2017.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  | Hab | Reo | Hal | S | Sap | Bloom | Tox |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Cyanophyta** | |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Aphanocapsa delicatissima W. et G.S. West | P |  | i |  |  |  |  |
| 2 | Aphanocapsa holsatica (Lemm.) Cronb. et Kom. | P |  | i | 1.3 | o | + |  |
| 3 | Chamaesiphon confervicola A. Br. | B |  |  | 0.9 | x-b |  |  |
| 4 | Chroococcus minimus (Keissl.) Lemm. | P |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Chroococcus minor (Kütz.) Näg. | B,S |  |  |  | o-b |  |  |
| 6 | Chroococcus turgidus (Kütz.) Näg. | P-B,S |  | hl | 1.3 | o |  |  |
| 7 | Cylindrospermum stagnale Born. et Flah. | B,S | st | i | 2.2 | b |  |  |
| 8 | Leptolyngbya foveolara (Gom.) Anagn. et Kom. | B,S |  |  | 1.7 | b-o |  |  |
| 9 | Merismopedia punctata Meyen | P-B |  | i | 1.9 | o-a |  |  |
| 10 | Merismopedia tenuissima Lemm. | P-B |  | hl | 2.4 | b-a |  |  |
| 11 | Microcoleus amoenus (Gom.) Strunecky, Kom. et J.R. Johansen | P-B,S | st-str |  | 0.2 | x |  |  |
| 12 | Microcystis aeruginosa (Kütz.) Kütz. | P |  | hl | 1.8 | o-a | + | + |
| 13 | Nostoc paludosum Kütz. ex Born et Flah. | P-B,S | st |  |  |  |  |  |
| 14 | Oscillatoria limosa Ag. ex Gom. | P-B | st-str | hl | 2.3 | b |  |  |
| 15 | Oscillatoria simplicissima Gom. | P-B | st-str | i |  |  |  |  |
| 16 | Oscillatoria tenuis Ag. ex Gom. | P-B,S | st-str | hl | 2.4 | b-a |  |  |
| 17 | Phormidesmis molle (Gom.) Turicchia, Ventura, Komárková et Kom. | B,S | st-str | i | 1.95 | o-a |  |  |
| 18 | Phormidium ambiguum Gom. | B,S | st-str | i | 2.0 | b |  |  |
| 19 | Phormidium breve (Kütz. ex Gom.) Anagn.et Kom. | P-B,S | st |  | 2.8 | b-p |  |  |
| 20 | Phormidium inundatum Kütz. ex Gom. | B,S | st-str |  | 1.5 | o-b |  |  |
| 21 | Phormidium puteale (Mont. ex Gom.) Anagn. et Kom. | B,S | st-str |  |  |  |  |  |
| 22 | Pseudanabaena mucicola (Naum. et Hub.-Pest.) Schwabe | Ep |  | i | 1.5 | o-b |  |  |
| 23 | Synechocystis aquatilis Sauv. | P |  |  | 1.2 | o |  |  |
| 24 | Snowella lacustris (Chod.) Kom. et Hind. |  |  |  | 2.2 | b | + |  |
| 25 | Trichormus variabilis (Kütz. ex Born. et Flah.) Kom. et Anagn. | P-B | st | mh |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Euglenophyta** |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Lepocinclis acus (O.F. Müll.) B. Marin et Melkonian | P | st | i | 2.2 | b |  |  |
| 2 | Trachelomonas hispida (Perty) Stein | P-B | st-str | i | 2.0 | b |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Dinophyta** |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Ceratium hirundinella (O.F. Müll.) Dujardin | P | st-str | i | 1.2 | o |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Bacillariophyta** |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Asterionella formosa Hass. | P | st-str | i | 1.0 | o | + |  |
| 2 | Aulacoseira granulata (Ehrb.) Simons. | P-B | st-str | i | 2.4 | b-a |  |  |
| 3 | Aulacoseira islandica (O. Müll.) Simons. | P | st-str | i | 0.6 | o-x | + |  |
| 4 | Aulacoseira italica (Ehrb.) Simons. | P-B | st-str | i | 1.9 | o-a |  |  |
| 5 | Fragilaria crotonensis Kitt. | P | st | hl | 2.7 | a-b |  |  |
| 6 | Gyrosigma scalproides (Rabenh.) Cleve | B |  | i | 0.4 | x-o |  |  |
| 7 | Meridion circulare (Grev.) Ag. | B | str | i | 1.5 | o-b |  |  |
| 8 | Oxyneis binalis (Ehrb.) Round |  | str | hb |  | o |  |  |
| 9 | Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz. | P-B | st-str | hb | 0.2 | x |  |  |
| 10 | Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz. | P-B | st-str | hb | 1.9 | o-a |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Ochrophyta** |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Chrysococcus rufescens Klebs | P |  | hb | 1.4 | o-b |  |  |
| 2 | Tetraplektron tribulus (Pasch.) Lobelich, III |  |  |  | 2.0 | b |  |  |
| 3 | Tribonema affine (Kütz.) G.S. West | B |  | hb |  |  |  |  |
| 4 | Tribonema ulotrichoides Pasch. | B |  |  | 0.9 | x-b |  |  |
| 5 | Tribonema viride Pasch. | P-B |  | i | 1.2 | o |  |  |
| 6 | Tribonema vulgare Pasch. | P-B |  | i | 1.8 | o-a |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Chlorophyta** |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs | P-B | st-str | hb | 2.1 | b |  |  |
| 2 | Coelastrum microporum Näg. | P-B | st-str | i | 2.1 | b | + |  |
| 3 | Dictyosphaerium pulchellum Wood | P-B | st-str | i | 2.3 | b |  |  |
| 4 | Eudorina elegans Ehrb. | P | st-str | i | 2.2 | b |  |  |
| 5 | Microspora pachyderma (Wille) Lagerh. | B |  |  | 1.0 | o |  |  |
| 6 | Microspora stagnorum (Kütz.) Lagerh. | B | st |  | 1.6 | b-o |  |  |
| 7 | Oocystis borgei Snow | P-B | st-str | i | 1.7 | b-o | + |  |
| 8 | Oocystis submarina Lagerh. | P-B | st | i |  |  |  |  |
| 9 | Pseudopediastrum boryanum (Turp.) Hegewald | P-B | st-str | i | 1.9 | o-a |  |  |
| 10 | Pediastrum duplex var. subgranulatum Racib. | P-B | st-str |  |  |  |  |  |
| 11 | Rhizoclonium hieroglyphicum (Ag.) Kütz. | B | st-str | hl | 1.3 | o |  |  |
| 12 | Scenedesmus ecornis (Ehrb.) Chod. | P |  | i | 1.5 | o-b |  |  |
| 13 | Stigeoclonium tenue (Ag.) Kütz. | B | st-str |  | 2.8 | b-p |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Charophyta** |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Closterium ulna Focke | P-B |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Closterium kuetzingii Bréb. | P | st | i | 0.9 | x-b |  |  |
| 3 | Closterium leibleinii Kütz. ex Ralfs | P-B | st-str |  | 2.7 | a-b |  |  |
| 4 | Closterium lineatum Ehrb. ex Ralfs | P |  |  | 1.2 | o |  |  |
| 5 | Closterium moniliferum Ehrb. ex Ralfs | P-B | st-str | i | 2.1 | b |  |  |
| 6 | Closterium parvulum Näg. | P-B |  | i | 2.2 | b |  |  |
| 7 | Closterium venus Kütz. ex Ralfs |  |  |  | 2.2 | b |  |  |
| 8 | Hyalotheca dissiliens Bréb. | P |  | hb | 0.8 | x-b |  |  |
| 9 | Netrium digitus (Bréb. ex Ralfs) Itzigs.et Rothe | P-B |  | i | 0.8 | x-b |  |  |
| 10 | Staurastrum paradoxum Meyen ex Ralfs | P | st | i |  |  |  |  |
| 11 | Staurastrum punctulatum Bréb. |  |  |  | 1.5 | o-b |  |  |