
СООБЩЕНИЯ

УДК 581.526.2 (470.111)

СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ МАКРОФИТОВ ОЗЁР ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР: ФЛОРА, СИНТАКСОНОМИЯ, ЭКОЛОГИЯ

© Н. В. Цывкунова
N. V. Tsyvkunova

State of study of Eastern European tundra lakes macrophytes: flora, syntaxonomy, ecology

ФГБУН Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2, литера В. Тел.: +7 927 629-73-69, e-mail: tsyvkunova.nv@yandex.ru

Аннотация. В работе приведён обзор публикаций, отражающий степень изученности флоры и растительности озёр восточноевропейских тундр. Многолетние исследования показывают, что, несмотря на суровые климатические условия, озёра данной территории обладают большим видовым и синтаксономическим разнообразием. Однако изученность растительности относительно невысока, что подтверждают регулярные находки новых видов и описание новых синтаксонов на этой территории даже в последние годы. Рассмотрены экологические особенности разных типов озёр и факторы среды, влияющие на распределение водной и прибрежно-водной растительности, флористический и синтаксономический состав. Отмечены различия в составе растительности в зависимости от химического состава воды, морфометрических характеристик озёр и их генетического типа. Озёра восточноевропейских тундр имеют ряд общих характерных особенностей, таких как: высокая прозрачность, невысокая цветность, низкая минерализация воды, незначительное содержание соединений биогенных элементов. Наиболее существенные корреляции видового разнообразия отмечены с такими показателями, как прозрачность воды, содержание ионов и биогенных элементов, а также морфометрические характеристики водоёмов. На основе анализа опубликованных материалов в работе сделано заключение, что наиболее богатый видовой состав водной и прибрежно-водной растительности характерен для крупных равнинных мезотрофных озёр со слабощелочными водами и водоёмов поймы, имеющих связь с рекой. Наименьшее число видов отмечено в небольших термокарстовых озёрах тундры с кислыми дистрофными водами и высоким содержанием гуминовых кислот. Подчеркнута необходимость дальнейших исследований для более полного понимания влияния экологических особенностей озёр на распределение растительности.

Ключевые слова: водная растительность, макрофиты, озёра, восточноевропейские тундры, Арктика, видовое разнообразие.

Abstract. This paper presents a review of the publications reflecting the degree of study of the flora and vegetation of lakes in the Eastern European tundras. Long-term studies show that despite harsh climatic conditions, lakes in this area have a great species and syntaxonomic diversity. However, the study of vegetation is relatively low, which is confirmed by regular findings of new species and descriptions of new syntaxa in this area even in recent years. The paper considers ecological features of different types of lakes and environmental factors influencing the distribution of aquatic and helophyte vegetation, floristic and syntaxonomic composition. Differences in the composition of vegetation depending on the chemical composition of water, morphometric characteristics of lakes and their genetic type are noted. The lakes of the Eastern European tundras have a number of common characteristic features, such as: high transparency, low color, low water mineralization, and insignificant content of biogenic element compounds. The most significant correlations of species diversity were noted with such indicators as water transparency, content of ions and biogenic elements, and morphometric characteristics of water bodies. Based on the analysis of published materials, we concluded that the richest species composition of aquatic and helophyte vegetation was characteristic of large plain mesotrophic lakes with weakly alkaline waters and in floodplain water bodies with a connection to the river. The lowest number of species was observed in small thermokarst tundra lakes with acidic dystrophic waters and high humic acid content. The need for further research to better understand the influence of lake ecological features on vegetation distribution was emphasized.

Keywords: aquatic vegetation, macrophytes, lakes, Eastern European tundra, Arctic, species diversity.

DOI: 10.22281/2686-9713-2025-2-82-96

Введение

Обилие озёр является характерной особенностью тундры как природно-климатической зоны, и восточноевропейские тундры – не исключение. Озёра восточноевропейских тундр разнообразны по происхождению, гидрологическому режиму, физическим и химическим, биологическим характеристикам. Их значимость для арктических экосистем трудно переоценить – они служат важнейшим источником пресной воды в тундре, являются средой обитания представителей ихтиофауны, включая ценные виды рыб, а также важнейшей кормовой базой для многотысячных стай водоплавающих птиц Арктики, местами их нагула и гнездования.

Вместе с тем, в настоящее время существует значительная антропогенная нагрузка на арктические экосистемы, связанная с разработкой месторождений углеводородов, площадок скважин и элементов инфраструктуры, многочисленных нефте- и газопроводов, иных промышленных объектов. Из-за особенностей положения в рельефе озёра являются основными центрами аккумуляции загрязняющих веществ, и воздействие антропогенных факторов, наряду с природными особенностями озёр, хорошо отражается на видовом разнообразии и распределении водной и прибрежно-водной растительности.

В работе проведён анализ опубликованных источников о состоянии изученности флоры и растительности озёр восточноевропейских тундр, рассмотрены экологические особенности озёр данной территории, влияющие на распределение водной и прибрежно-водной растительности региона.

История изучения флоры и растительности водоёмов восточноевропейских тундр

Изученность водной растительности Арктики крайне низка. В 2012 г. вышел литературный обзор Б. Ю. Тетерюка (Teteryuk, 2012 b), который частично затрагивает историю изучения флоры и растительности водоёмов восточноевропейских тундр.

Одними из первых опубликованных материалов, где встречаются данные о водной и прибрежно-водной растительности, являются работы Ф. В. Самбука (Sambuk, 1930, 1931), В. Н. Андреева (Andreev, 1932, 1935), А. А. Дедова (Dedov, 2006). Ф. В. Самбук (Sambuk, 1930) отмечал бедность водной флоры в нижнем течении р. Печоры. Им приводятся прибрежно-водные виды – *Equisetum fluviatile* L., *Arctophila fulva* (Trin.) Andersson, *Carex aquatilis* Wahlenb. Гидрофиты почти отсутствовали. О прибрежно-водной растительности также упоминал В. Н. Андреев (Andreev, 1935), который писал о зарастании озёрных котловин осоками.

В 1954 г. вышла монография В. М. Болотовой «Флора и растительность водоёмов» (Bolotova, 1954), в которой были обобщены материалы по высшей водной растительности северо-востока европейской части России за период до 1954 г. В работе отмечалась общая бедность и однообразие водной флоры. Основными видами в водоёмах тундры являлись *Arctophila fulva* и *Sparganium hyperboreum* Laest. ex Beurl. (Bolotova, 1954).

После 1954 г. большое количество исследований было посвящено водоёмам тундры, в особенности, крупным рекам и озёрным системам. В этот период значительный вклад внесли исследователи: М. В. Гецен, Г. Г. Постовалова, М. В. Катанская, А. Н. Лашенкова, О. С. Зверева, И. С. Хантимер и др. Вышло две монографии, подводящие итоги исследований за предыдущие годы: «Особенности биологии главных рек Коми» (Zvereva, 1969) и «Флора и фауна водоёмов европейского Севера (на примере озёр Большеземельской тундры)» (Flora..., 1978).

С 1954 по 1984 гг. исследования проводились, в основном, в крупных озёрных системах восточной части Большеземельской тундры, таких как Вашуткины (Getsen, 1964; Zvereva et al., 1966, 1970), Падимейские (Katanskaia, 1970) и Харбейские озёра (Kochanova, 1976). Результаты исследований показали основные особенности распределения макрофитов в тундровых озёрах. За этот период всего был выявлен 51 таксон (Flora..., 1978).

До 1984 года наименее изученными территориями Крайнего севера европейской части России оставались Северный Тиман, Малоземельская тундра, запад Большеземельской тундры и пойма нижнего течения р. Печора, где ранее проводились исследования лишь с целью определения состояния оленьих пастбищ (Sambuk, 1930, 1931; Dedov, 2006). После

1985 г. работы Н. В. Вехова и А. Н. Кулиева расширили знания о водной и прибрежной флоре этих территорий, а также о распределении водных и прибрежно-водных растений в различных типах озёр (Vekhov, Kuliev, 1985, 1986; Vekhov et al., 1986). В результате было выявлено 65 таксонов.

С 1999 г. исследовалась флора Харбейской системы озёр (Teteryuk, 2012 b, 2014). Список видов, приведённых в более ранних исследованиях (Martynenko, Getsen, 1978), был подтвержден и дополнен новыми находками (Teteryuk, 2014). Всего был обнаружен 91 таксон. Из них 65 видов сосудистых растений, 25 видов мохообразных и 1 вид харовых водорослей.

Изучение растительности озёр восточноевропейских тундр начали проводить не так давно. Одним из основных направлений в настоящее время стало изучение синтаксономического состава. Общепринятой в европейских странах и получившей широкое распространение в России является подход Ж. Браун-Бланке (эколого-флористическая классификация) (Mirkin, Naumova, 2009). Этот подход в настоящее время является одним из наиболее распространённых в мировой практике при изучении и инвентаризации растительности. Он учитывает полный видовой состав растительных сообществ, который формируется под влиянием экологического своеобразия местообитаний. На территории восточноевропейских тундр изучение водной и прибрежно-водной растительности с применением этого подхода началось лишь в последнее десятилетие.

В 2016 г. был опубликован Продромус водной и прибрежно-водной растительности европейской Арктики, который включал 14 союзов из 6 порядков и 4 классов (*Phragmito–Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941, *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941, *Lemnetea* de Bolós et Masclans 1955, *Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946 (Koroleva et al., 2016).

В 2020 г. было проведено исследование водной и прибрежно-водной растительности эстуария реки Печоры и водоёмов прилегающих тундр. Продромус высшей водной растительности данной территории включал 23 ассоциации, 4 типа сообществ, относящихся к 11 союзам, 9 порядкам и 5 классам (*Platyhypnidio–Fontinalietea antipyreticae*, *Lemnetea*, *Potamogetonetea*, *Phragmito–Magnocaricetea*, *Isoëto–Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. et al. 1952) растительности. В статье О. В. Лавриненко и Т. В. Дьячковой (Lavrinenko, D'yachkova, 2021) описано 2 новые ассоциации: *Calliergonetum megalophylli* Lavrinenko et D'yachkova 2021 и *Warnstorfiatum trichophyllae* Lavrinenko et D'yachkova, 2021), 4 синтаксона оставлены в ранге сообществ, среди них сообщества *Sparganium hyperboreum* которые встречаются почти во всех тундровых озёрах (Lavrinenko, D'yachkova, 2021). Этот вид формирует сообщества на побережьях и на пересыхающих мелководьях тундровых озёр, иногда встречается на мелководьях низинных медленно текущих рек и ручьёв. В 2022 г. была описана новая асс. *Sparganium hyperborei* Teteryuk, Lavrinenko et Kipriyanova 2022, диагностическим видом которой является *Sparganium hyperboreum*, ассоциация была отнесена к новому союзу *Sparganion hyperborei* Teteryuk, Lavrinenko et Kipriyanova 2022 (Teteryuk et al., 2022).

В 2024 г. О. В. Лавриненко с соавторами предоставили результаты эколого-флористической классификации водной и прибрежно-водной растительности, исследованной на территории Большеземельской и Малоземельской тундры, о-ва Колгуев и дельты р. Печора (Lavrinenko et al., 2024). Продромус включал 30 ассоциаций с 3 субассоциациями и 8 вариантами, относящихся к 14 союзам, 9 порядкам и 6 классам (*Lemnetea*; *Potametea* Klika in Klika et Novák 1941, *Littorelletea uniflorae*, *Phragmito–Magnocaricetea*, *Isoëto–Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. et al. 1952, *Bidentetea* Tx. et al. ex von Rochow 1951). Ещё 4 синтаксона уровня ассоциации оставлены в ранге сообщества. Предложен предварительный союз *Calliergonion megalophylli* O. Lavrinenko in Lavrinenko et al. 2024 prov. для сообществ водных бриофитов. В статье также было отмечено, что в условиях изменения климата многие бореальные виды активно распространяются на север вдоль речных долин. В результате этого, значительно севернее прежних ареалов, были зарегистрированы сооб-

щества, относящиеся к ассоциациям *Ceratophyllo demersi–Eleocharitetum mamillatae* Chepinoga 2014, *Eleocharitetum palustris* Savich 1926, *Equiseto fluviatilis–Caricetum rostratae* Zumpfe 1929, *Juncetum bufonii* Felföldy 1942, *Menyanthetum trifoliatae* Steffen 1931 и сообществу *Cicuta virosa* (Lavrinenko et al., 2024).

Даже в последние годы проведение полевых работ добавляет всё новые синтаксоны к общему списку, включая синтаксоны ранга союза. Таким образом, можно сделать вывод, что до настоящего времени растительность водоёмов восточноевропейских тундр изучена неполно как в плане синтаксономического состава, так и в отношении охвата территории исследованиями.

Экологические особенности озёрных биотопов восточноевропейских тундр

Изученность экологических особенностей озёр восточноевропейских тундр в настоящее время также недостаточна. Наиболее исследованными являются крупные озёрные системы в восточной части Большеземельской тундры. Им были посвящены работы Л. П. Голдиной, О. С. Зверевой, Т. А. Власовой и других исследователей в 1960–1970-х гг. В 2000-х гг. проводились гидрохимические исследования водоёмов Большеземельской тундры (Khokhlova, 2002, 2014; Dauvalter, Khloptseva, 2008; Khokhlova, Fefilova, 2014; Shevchenko et al., 2016). Водоёмы Малоземельской тундры, Северного Тимана и поймы р. Печора до сих пор остаются почти не исследованными.

Озёра распределены по территории восточноевропейских тундр неравномерно. Это обусловлено рядом факторов: тектоническим строением, характером геологических отложений, эрозионными, аккумулятивными и эоловыми процессами. Существенное значение имеют также формы рельефа, связанные с реликтовой мерзлотой, карстовыми явлениями и деятельностью ледника в прошлом.

По происхождению озёра региона делятся на следующие типы: ледниковые, образовавшиеся в зоне стаивания мёртвого льда и в ледниковых понижениях рельефа; термокарстовые озёра; озёра речного происхождения, лагунные и остаточные морские (Goldina, 1972; Vekhov, Kuliev, 1986; Osobennosti..., 1994; Dauvalter, Khloptseva, 2008).

Наиболее типичными для тундры являются термокарстовые озёра, представляющие собой заполненные водой просадочные депрессии, сформировавшиеся в результате вытаивания высокольдистых многолетнемерзлых пород. Эти озёра расположены в пределах плоских и крупнобугристых торфяников и плоских водоразделов. Они часто характеризуются простыми округлыми очертаниями, небольшой площадью (менее 1 км²) и глубиной (от 0,4 до 1,2 м), а также слабым стоком. При сходных размерах озёра ледникового происхождения имеют глубину до 5–6 м (Vekhov, Kuliev, 1986).

К озёрам ледникового происхождения относятся крупные озёрные системы: Вашуткины, Падимейские и Харбейские озёра. Они расположены в восточной части Большеземельской тундры и приурочены к крупным депрессиям рельефа среди Припечорской, Колвинской и Приморской низменностей, а также к водораздельным пространствам Большеземельского хребта (Goldina, 1967). Также встречаются подпрудно-ледниковые озёра, занимающие депрессии на водоразделах с холмисто-увалистым рельефом.

Озёра речного происхождения расположены в долинах крупных рек, к ним относятся озёра-старицы, образовавшиеся в результате отшнуровывания от русла рукавов и притоков и имеющие характерную удлинённую форму, и вторично-пойменные, образующиеся в понижениях пойменного рельефа (Beletskaya, 1987). Пойменные озёра часто имеют небольшие размеры и богатые питательными веществами субстраты. Озёра на низкой пойме ежегодно заливаются в паводковый период (Lavrinenko et al., 2024). Могут быть соединены протоками с рекой, их гидрологический режим определяется режимом водотока (Dauvalter, Khloptseva, 2008).

Озёра, имеющие лагунное происхождение, в большинстве случаев имеют небольшие размеры – от 50 до 500 м, но отличаются большой глубиной (до 5 м). Они имеют специфический химический состав, связанный с морским влиянием (Dauvalter, Khloptseva, 2008).

Различно строение озёрных ванн озёр восточноевропейских тундр. Более крупные озёра характеризуются сложным рельефом дна с чередованием глубоких впадин, подводными каменистыми грядами и отмелями. Берега обрывистые, обнажённые или высокие, задернованные, переходящие в пологие. Рельеф дна мелководных озёр сильно сглажен, берега пологие, задернованные, нередко заболоченные (Goldina, 1967).

Разнообразны и донные отложения. Наиболее распространённый тип грунта – илы, которые залегают в мелководных озёрах на глубине более 5 м, а в мелководных – по всей площади. Илы представлены различными оттенками от светло-серых до тёмно-коричневых. Песчаные и каменисто-валунные грунты встречаются по всей литорали до глубины 1,5–3,0 м. Глинистые грунты и глинистые пески с вкраплениями и прослойками окислов железа образуют зоны между литоральными грунтами и илами (Goldina, 1972).

Преобладающее большинство озёр восточноевропейских тундр сточно-проточные. Более крупные окружены множеством мелких водоёмов, которые протоками соединяются с основными озёрами. Некоторые озёра дают начало ручьям и рекам. Термокарстовые озёра чаще всего изолированные, однако в период весеннего снеготаяния в них стекают временные водотоки (Stenina, 2009).

Питание озёр осуществляется преимущественно талыми снеговыми водами (до 75 % стока), при меньшей доле дождевых (до 15–20 % стока) и подземных вод (до 5–10 %). Для всего исследуемого района характерна многолетняя мерзлота, её развитие препятствует циркуляции подземных вод (Bratsev, 1955; Vlasova, 1976; Dauvalter, Khloptseva, 2008). Термический режим водоёмов также имеет свои особенности. Мелководные озёра восточноевропейских тундр характеризуются более равномерным прогреванием водной массы и отсутствием выраженной термической стратификации (Duff et al., 1998), но температура в них неустойчива и зависит от метеорологических условий. Крупные, глубокие озёра прогреваются медленно, для них характерна ярко выраженная термическая стратификация. Влияние ветрового перемешивания особенно заметно в озёрах средней глубины (до 20 м), что затрудняет формирование термической стратификации (Goldina, 1972).

Ледовые процессы на озёрах зависят от метеорологической обстановки в осенне-зимний и весенний периоды, а также от глубины водоёмов и их теплозапасов. Климат восточноевропейских тундр характеризуется большой продолжительностью холодного периода. Количество дней с отрицательной среднесуточной температурой колеблется от 150 до 220. Средняя продолжительность ледостава составляет 240–260 дней. Ледостав на озёрах различной глубины устанавливается в разное время. Чем больше глубина озёра, тем позже начинается льдообразование. На мелководных озёрах ледостав, как правило, наступает в конце сентября – начале октября (Migonova, Pokrovskaya, 1967). Некоторые термокарстовые озёра могут промерзать до дна. Вскрытие водоёмов происходит, в основном, в конце июня, реже – в первых числах июля (Goldina, 1972).

Озёра восточноевропейских тундр относятся к зоне слабоминерализованных вод, сформировавшихся в условиях избыточного увлажнения и преобладания поверхностного типа питания (Baranov, 1961, 1962; Stenina, 2009). Воды часто характеризуются высокой прозрачностью, невысокой цветностью и незначительной минерализацией. Большинству тундровых озёр присуще небольшое количество соединений биогенных элементов, в особенности азота и фосфора (Stenina, 2009). Однако озёра данной территории имеют свои особенности. Формирование химического состава воды озёр обусловлено происхождением их котловин (Dauvalter, Khloptseva, 2008). Химический состав водоёмов варьирует в зависимости от их генетического типа.

Озёра ледникового происхождения характеризуются благоприятным кислородным режимом, незначительной минерализацией, увеличение которой наблюдалось лишь в придонных слоях глубоких озёр, и преимущественно гидрокарбонатно-кальциевым составом воды при невысокой цветности и незначительном содержании соединений биогенных элементов (Khokhlova, 2002, 2014). В термическом и гидрохимическом режимах водоёмов крупных

озёрных систем много общих черт, но имеются и различия, которые обусловлены спецификой ландшафтных условий (Dauvalter, Khloptseva, 2008).

В термокарстовых озёрах отмечается повышенная окисляемость, высокая цветность, крайне низкая минерализация (до 11 мг/л) и присутствие гумусовых веществ, придающих воде буровато-коричневую окраску (Stenina, 2009). Данный тип озёр также характеризуется минимальными значениями pH – 5,14–6,36 (Dauvalter, Khloptseva, 2008). В зависимости от характера субстрата термокарстовые озёра подразделяются на два типа. Озёра, приуроченные к торфяникам, характеризуются низкими значениями pH воды (3,2–6,2) и неглубоким залеганием многолетнемерзлых пород (до 1 м), что обуславливает низкую температуру донных отложений и воды. В свою очередь, термокарстовые озёра на минеральных грунтах, приуроченные к плоским водоразделам, имеют песчаные, глинистые, заиленные субстраты и большую глубину сезонного протаивания, их pH имеет значения, близкие к нейтральным. Минерализация в таких озёрах остаётся низкой, а содержание органических и биогенных веществ варьирует в зависимости от типа питания (Khokhlova, 2002; Lavrinenko et al., 2024).

Пойменные озёра восточноевропейских тундр в гидрохимическом отношении изучены очень слабо. Для них, в сравнении с ледниковыми и термокарстовыми озёрами, характерны самые высокие значения pH и минерализации, которая достигает 96 мг/л. По значениям pH воды близки к нейтральным – от 6,58 до 7,40 (Dauvalter, Khloptseva, 2008; Stenina, 2009).

Химический состав озёр лагунного происхождения характеризуется щелочной реакцией, высокой минерализацией (3600 мг/л) и хлоридно-натриевым составом воды (Dauvalter, Khloptseva, 2008).

Физико-географические условия восточноевропейских тундр (суровый климат, наличие многолетнемерзлых пород, избыточное увлажнение, специфика тундровых почв), особенности гидрологического режима и химического состава озёрных вод, различия в происхождении формируют особенности распределения водной и прибрежно-водной растительности. Несмотря на разное происхождение, озёра восточноевропейских тундр имеют ряд характерных особенностей, таких как: высокая прозрачность, низкая цветность, малая степень минерализации воды, незначительное содержание соединений биогенных элементов (Flora..., 1978).

Особенности распределения водной и прибрежно-водной растительности в зависимости от экологических условий водных местообитаний

Экологические условия озёр существенно влияют на развитие и распределение макрофитов, их видовой и синтаксономический состав. Водная среда является специфическим местообитанием для сосудистых растений, большинство видов обитает в сравнительно узких диапазонах, избегая экстремальных значений (Cherpinoga, 2015). Водные и прибрежно-водные растения и их сообщества могут рассматриваться в качестве индикаторов экологических условий водных местообитаний, а также изменений, происходящих в озёрах в результате антропогенной деятельности (Sadchikov, Kudryashov, 2004; Stelzer et al., 2005; Kłosowski, 2006; Penning, 2008; Buenano, 2022; Potievskaya, 2023). Экологические особенности распределения макрофитов и их сообществ были объектом интереса многих исследователей, значительная часть работ которых посвящена изучению влияния факторов окружающей среды на состав, развитие, разнообразие и распределение растительных сообществ в водоёмах (Rørslett, 1991; Toivonen, Huttunen, 1995; Lehmann et al., 1997; Nurminen, 2003; Mäkelä et al., 2004; Sondergaard et al., 2005; Likhacheva, 2007; Akasaka et al., 2010; Chappuis et al., 2014; и др.).

Наиболее существенные корреляции видового богатства были обнаружены с такими показателями, как прозрачность воды, содержание ионов и биогенных элементов, морфометрические характеристики водоёма (Rørslett, 1991; Toivonen, Huttunen, 1995; Vestergaard, Sand-Jensen, 2000; Jones et al., 2003; Mäkelä et al., 2004; Sondergaard et al., 2005; Akasaka et al., 2010; Chappuis et al., 2014; и др.). Прозрачность определяет количество и качество

проникающего света, что особенно важно для погружённых растений. В озёрах с высокой прозрачностью наблюдается большее видовое разнообразие. Некоторые гигрофиты, такие как виды родов *Myriophyllum* и *Potamogeton*, адаптировались к низкой освещённости за счёт удлинения побегов и концентрации биомассы на поверхности воды (Lehmann et al., 1997; Nurminen, 2003).

Значительное количество работ посвящено изучению влияния химического состава воды на развитие водной растительности (Vestergaard, Sand-Jensen, 2000; Murphy, 2002; Mäkelä et al., 2004; Bornette, Puijalon, 2011; Zinov'eva, Durnikin, 2012; Chappuis et al., 2014; и др.). Указанные авторы отмечают важную роль pH, содержания ионов и биогенных элементов. Активная реакция воды определяет наличие биогенных элементов и степень доступности для использования их водными растениями. От величины pH в большей степени зависят растения с погружёнными листьями (Zinov'eva, Durnikin, 2012; Chepinoga, 2015). Оптимальными для роста водных растений являются слабощелочные воды. В кислых дистрофных водоёмах видовое разнообразие минимально, погружённые макрофиты почти отсутствуют (Vestergaard, Sand-Jensen, 2000). Многие исследователи отмечают определяющую роль электропроводности (совокупность всех растворённых в воде веществ) в распределении водных и прибрежно-водных растений (Vestergaard, Sand-Jensen, 2000; Hinden et al., 2005; Chappuis et al., 2014). Доля видов рода *Equisetum* в наибольшей степени возростала в озёрах, где преобладает высокая электропроводность, которая зависит, в основном, от степени минерализации воды. Осоки, напротив, доминируют в прибрежных зонах гуминовых озёр, обычно имеющих низкую электропроводность (Mäkelä et al., 2004).

Содержание биогенных элементов также оказывает значительное влияние на развитие водных и прибрежно-водных растений. Наибольшее видовое богатство наблюдается при среднем уровне питательных веществ. При очень высоком или очень низком уровне видовое разнообразие снижается, в первом случае доминируют наиболее конкурентоспособные виды, а во втором – наиболее устойчивые к стрессу (Bornette, Puijalon, 2011). Однако, содержание биогенных элементов не является лимитирующим фактором, так как растения потребляют эти элементы из водной среды и донных отложений (Chappuis et al., 2014). Состав воды более важен для гидатофитов.

В работах, рассматривающих связь между видовым разнообразием и трофическими условиями водоёмов (Rørslett, 1991; Toivonen, Huttunen, 1995; Nurminen, 2003; Mäkelä et al., 2004; Akasaka et al., 2010; Chappuis et al., 2014) отмечалось, что мезотрофные и эвтрофные озёра содержат значительно больше видов, чем олиготрофные и дистрофные (Nurminen, 2003). В дистрофных озёрах с высоким содержанием гуминовых кислот видовое разнообразие меньше, чем в других при том же уровне питательных веществ (Rørslett, 1991; Mäkelä et al., 2004).

Большинство элодеидов – погружённых растений с длинным стеблем и листьями (виды родов *Potamogeton* и *Myriophyllum* и другие) – обитают, в основном, в мезо- и эвтрофных водоёмах. Изозитидные виды – карликовые однолетние заросли земноводных растений (*Ranunculus reptans*, *Subularia aquatica*, *Eleocharis acicularis* и другие) – имели явную тенденцию к интенсивному росту в больших озёрах с бедной питательными веществами прозрачной водой (Murphy, 2002; Mäkelä et al., 2004). В мезотрофных озёрах встречаются как изозитиды и мхи, так и более требовательные к питанию элодеиды (Chambers 1987; Rørslett 1991; Sand-Jensen 1997; Vestergaard, Sand-Jensen, 2000).

Донные отложения определяют возможности укоренения растений и обеспечивают их питательными веществами. Наиболее благоприятными являются мягкие заиленные субстраты (Katanskaia, 1981). Их предпочитают сообщества гидатофитов: *Stuckenia filiformis* (Pers.) Börner, *Potamogeton berchtoldi* Fieber, *Myriophyllum verticillatum* L., *M. sibiricum* Kom. и др. (Lavrinenko et al., 2024). Виды, устойчивые к воздействию волн (например, *Stuckenia pectinata* (L.) Börner) и ветров (например, *Equisetum fluviatile*), предпочитают твёрдые минеральные субстраты, которые способствуют лучшему закреплению корней (Bornette, Puijalon, 2011). Разнообразие грунтов напрямую связано с увеличением видового богатства

макрофитов (Baatrup-Pedersen, Riis, 1999; Likhacheva, 2007). Крупные озёра, благодаря разнообразию субстратов и экологических условий, представляют более широкий спектр местообитаний, что способствует более высокому видовому и синтаксономическому разнообразию. Эта тенденция также подтверждается исследованиями озёр восточноевропейских тундр (Mironova, Pokrovskaya, 1967; Flora..., 1978; Tsyvkunova, Simonova, 2024).

Морфологические характеристики озёр, включая глубину, площадь и форму береговой линии, также оказывают значительное влияние на распределение растительности. В мелководных озёрах вся акватория может быть заселена растениями, тогда как в глубоких озёрах наблюдается отчетливая вертикальная поясность (Barko et al., 1991; Lehmann et al., 1997; Mäkelä et al., 2004; Nurminen, 2003; Van Geest et al., 2003; Rørslett, 1991; Vestergaard, Sand-Jensen, 2000; Sondergaard et al., 2005, Chappuis et al., 2014).

Наиболее бедное видовое разнообразие озёр восточноевропейских тундр отмечено в термокарстовых озёрах на торфяниках. Его основу составляют прибрежно-водные сообщества класса *Phragmito–Magnocaricetea*: ассоциации *Arctophiletum fulvae* Sambuk 1930 mut. Tetryuk 2023, *Caricetum aquatilis* Savich 1926, *Eleocharito palustris–Hippuridetum vulgaris* Passarge 1964, *Callitrichetum palustris* (Dihoru 1975 nom. nud.) P. Burescu 1999, *Comaretum palustris* Markov et al. 1955; для сообществ гидатофитов известна только асс. *Lemnetum trislcae* den Hartog 1963, а также сообщества земноводных растений – асс. *Sparganietum hyperborei* (Mironova, Pokrovskaya, 1967; Vekhov, Kuliev, 1986; Lavrinenko et al., 2024; Tsyvkunova, Simonova, 2024; Tsyvkunova, 2024). Причинами низкого видового и синтаксономического разнообразия являются бедность субстратов, низкий уровень pH (3,2–6,2) и близкое залегание многолетнемёрзлых грунтов, что обуславливает низкую температуру донных отложений и создает неблагоприятные условия для развития макрофитов, а также гибель растений под обвалами торфяных берегов (Vekhov, Kuliev, 1986).

Озёра термокарстового происхождения на минеральных грунтах имели более благоприятные условия обитания и, соответственно, большее видовое и синтаксономическое разнообразие. В статье О. В. Лавриненко с соавторами (Lavrinenko et al., 2024) описаны 13 синтаксонов водной и прибрежно-водной растительности озёр данного типа. Встречаются сообщества ассоциаций погружённых укореняющихся гидрофитов класса *Potametea*: *Potametum berchtoldii* Krasovskaja 1959, *Potametum pectinati* Carstensen ex Hilbig 1971, *Potametum perfoliati* Miljan 1933 и com. *Potamogeton sibiricus*, земноводных растений класса *Littorelletea uniflorae*: ассоциации *Sparganietum hyperborei*, *Callitricho palustris–Sparganietum angustifolii* (Lavrinenko et al., 2024). На участках побережья с низкими и пологими берегами отмечены хорошо выраженные пояса прибрежно-водной растительности (Vekhov, Kuliev, 1986).

Для ледниковых озёр характерно большее распространение гидатофитов, встречаются виды: *Stuckenia pectinata*, *P. alpinus* Balb., *P. friesii* Rupr., *Myriophyllum spicatum* L. и др. Это связано с распространением более богатых органикой илистых грунтов и увеличением глубины озёр, что способствует улучшению питания водных растений и снижает отрицательное действие волнобоя. Наиболее распространённым околотовидным видом является *Arctophila fulva*. Также отмечены такие виды, как *Rumex aquaticus* L., *Petasites radiatus* (J. F. Gmel.) Toman и др. (Vekhov, Kuliev, 1986).

Наиболее богатое видовое и ценогическое разнообразие выявлено в пойменных водоёмах, связанных с речной сетью, особенно в пойме нижнего течения р. Печора. Это объясняется благоприятным микроклиматом, создаваемом тёплыми водными массами, поступающими из верховий рек, а также наличием мягких заиленных субстратов, богатых питательными веществами. Характерная черта пойменных озёр – образование сплавин как сосудистых растений, так и водных бриофитов: ассоциации *Comaretum palustris*, *Menyanthetum trifoliatae*, *Calliergonetum megalophylli*, *Sarmentypnetum trichophylli* О. Lavrinenko et D'yachkova 2021, сообщество *Sarmentypnum exannulatum*. Прибрежно-водная растительность сформирована сообществами ассоциаций *Caricetum aquatilis*, *Equiseto fluviatilis*–

Caricetum rostratae, *Equisetetum fluviatilis*, *Eleocharito palustris*–*Hippuridetum vulgaris*, сообщества *Cicuta virosa*, *Ranunculus pallasii*. Гидатофиты представлены сообществами ассоциаций *Lemnetum trisulcae*, *Myriophylletum sibirici* Taran 1998, *Myriophylletum verticillati* Gaudet ex Šumberova in Chytrý 2011, *Potametum berchtoldii*, *Potametum filiformis* Koch 1928, *Potametum pectinati*, *Potametum perfoliati*. Распространены сообщества земноводного вида *Sparganium hyperboreum* (Lavrinenko et al., 2024). Богатство растительности в водоёмах дельты р. Печора объясняется тем, что русла крупных рек, текущих в меридиональном направлении из таёжной зоны, могут служить путями миграции бореальных видов в тундру (Vekhov, Kuliev, 1986). Также пойменные озёра в дельте р. Печора часто соединены с протоками, что способствует увеличению их видового и синтаксономического разнообразия (Tsyvkunova, 2024).

Значительным ценотическим разнообразием отличаются небольшие, хорошо прогреваемые лагунные озёра и водоёмы с мягким илистым субстратом на солёных маршах в устьях рек, впадающих в Баренцево море. Для данных водоёмов характерны моновидовые заросли макрофитов. В статье О. В. Лавриненко с соавторами (Lavrinenko et al., 2024) описаны 13 синтаксонов, среди них ассоциации: *Callitrichetum hermaphroditicae* Černohous et Husak 1986, *Callitricho–Ranunculetum trichophylli* Soó (1927) 1949 nom. invers. Passarge 1992, *Lemnetum trisulcae*, *Myriophylletum sibirici*, *Myriophylletum verticillati*, *Potametum filiformis*, *Potametum perfoliati*, *Sparganietum hyperborei*. Для мелководий характерны сообщества ассоциаций *Arctophiletum fulvae*, *Ceratophyllo demersi–Eleocharitetum mamillatae*, *Eleocharitetum palustris*, *Hippuridetum lanceolatae* Pstryakov et Gogoleva ex O. Lavrinenko, I. Lavrinenko, Tsyvkunova et D'yachkova.

Заключение

Несмотря на суровые климатические условия Арктики многолетние исследования показывают, что озёра территории восточноевропейских тундр характеризуются большим видовым и синтаксономическим разнообразием. Даже в последние годы изучение водной и прибрежно-водной растительности озёр добавляет всё новые виды и синтаксоны к общим спискам, что подтверждает относительно слабую изученность растительности озёрных биотопов этой территории. Важнейшим направлением исследований является выявление экологических особенностей озёр, оценка их взаимосвязи с разнообразием и распространением видов и синтаксонов водной растительности.

Водоёмы восточноевропейских тундр разнообразны по происхождению. Выделяются следующие генетические типы озёр: ледниковые, термокарстовые и речного происхождения. Наиболее распространены термокарстовые озёра, которые имеют заболоченный водосбор, характеризуются повышенной окисляемостью, цветностью, крайне низкими значениями минерализации и величины pH. Для ледниковых и пойменных озёр характерны значения pH, близкие к нейтральным, и невысокая минерализация. В зависимости от происхождения водоёмов, различия в химическом составе воды, типах донных грунтов, морфометрических характеристиках и температурных режимах определяют их видовое и ценотическое разнообразие.

Факторами, формирующими облик растительности тундровых озёр, являются морфологические характеристики водоёмов (глубина, площадь, форма береговой линии и др.), оптические свойства воды (прозрачность и цвет), динамические факторы (подвижность водных масс и воздействие ветра), химические (состав растворённых солей и органических веществ, pH, динамика растворённого кислорода и углекислого газа), механические и химические свойства грунтов, температурный режим. Все эти факторы отражаются на распределении макрофитов в водоёмах. Различия в химическом составе воды, типах донных субстратов, морфометрических характеристиках и температурных режимах озёр восточноевропейский тундр обуславливают различия в распределении растительности между озёрами различного происхождения.

На территории восточноевропейских тундр исследователями установлен ряд закономерностей распределения макрофитов озёр, к числу которых относится более низкое видовое разнообразие по сравнению с более южными регионами, а также преобладание преимущественно погруженных форм гидрофитов, виды с плавающими листьями на этой территории почти не представлены. Флора крупных озёр имеет большее видовое разнообразие, чем флора малых водоёмов.

Термокарстовые озёра на торфяниках демонстрируют минимальное видовое разнообразие из-за бедности субстратов, низких значений pH и температуры донных отложений, их растительность представлена, в основном, околотовидными зарослями осок, из водной растительности – сообществами *Lemna trisulca*. В озёрах термокарстового происхождения на минеральных грунтах, напротив, наблюдается более богатый флористический и синтаксономический состав благодаря нейтральной реакции воды, более высокой температуре донных толщ и разнообразию субстратов. Ледниковые и пойменные водоёмы отличаются большим числом гидатофитов, что связано с лучшими условиями питания растений и уменьшением воздействия волн. Наиболее богатый видовой состав отмечался в пойменных озёрах, имеющих связь с рекой, особенно в пойме нижнего течения р. Печора. Лагунные озёра, подверженные влиянию морской воды, обладают специфическим химическим составом, который формирует уникальные растительные сообщества, которые выделяются значительным ценотическим разнообразием и моновидовых зарослей макрофитов. Наиболее богатый видовой состав отмечался в пойменных озёрах, имеющих связь с рекой.

Список литературы

- Akasaka M., Takamura N., Mitsuhashi H., Kadono Y. 2010. Effects of land use on aquatic macrophyte diversity and water quality of ponds. *Freshwater Biol.* 55. P. 909–922. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02334.x>
- [Andreev] Андреев В. Н. 1932. Типы тундр запада Большой Земли // Тр. Бот. Музея. Т. 25. Л. С. 121–268.
- [Andreev] Андреев В. Н. 1935. Растительность и районы восточной части Большеземельской тундры // Тр. полярной комиссии. Вып. 22. С. 1–98.
- Barko J. W., Gunnison D., Carpenter S. R. 1991. Sediment interactions with submersed macrophyte growth and community dynamics // *Aquatic Botany*. 41. P. 41–65. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(91\)90038-7](https://doi.org/10.1016/0304-3770(91)90038-7)
- [Baranov] Баранов И. В. 1962. Лимнологические типы озёр СССР. Л.: Гидрометеиздат. 276 с.
- [Baranov] Баранов И. В. 1961. Опыт районирования территории СССР на гидрохимические зоны и провинции по содержанию биогенных веществ и уровню фотосинтеза планктона в водоёмах // Первичная продукция морей и континентальных вод. Кишинев: Изд. АН СССР, АН Молдавской ССР. С. 97–101.
- Baattrup-Pedersen A., Riis T. 1999. Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams // *Freshw. Biol.* 42. P. 375–385. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.444487.x>
- [Bolotova] Болотова В. М. 1954. Флора и растительность водоёмов // Производительные силы Коми АССР. Растительный мир. Т. III. Ч. 1. М. С. 263–321.
- Bornette G., Puijalon S. 2011. Response of aquatic plants to abiotic factors: a review // *Aquatic Sci.* 73. P. 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00027-010-0162-7>
- [Bratsev] Братцев Л. А. 1955. Физико-географические основы гидрологии. Производительные силы Коми АССР. Т. 2. Ч. 2. М.: АН СССР. С. 10–12.
- Chappuis E., Gacia E., Ballesteros E. 2014. Environmental factors explaining the distribution and diversity of vascular aquatic macrophytes in a highly heterogeneous Mediterranean region // *Aquatic Bot.* 113. P. 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.11.006>
- [Cherinoга] Четингова В. В. 2015. Флора и растительность водоёмов Байкальской Сибири. Иркутск: Изд. Ин-та географии им. В. Б. Сочава СО РАН. 468 с.
- [Dauvalter, Khloptseva] Даувальтер В. А., Хлопцева Е. В. 2008. Гидрологические и гидрохимические особенности озёр Большеземельской тундры // Вестник МГТУ. 11 (3). С. 407–414.
- [Dedov] Дедов А. А. 2006. Растительность Малоземельской и Тиманской тундр (1940 г.). Сыктывкар. 160 с.
- [Domrachev] Домрачёв П. Ф. 1922. К вопросу о классификации озёр Северо-Западного края // Изв. Российского гидрологического ин-та. № 4. С. 1–43.
- Duff K. E., Laing T. E., Smoll J. P., Lean D. R. S. 1998. Limnological characteristics of lakes located across arctic treeline in northern Russia // *Hydrobiologia*. 391. P. 205–222. <https://doi.org/10.1023/A:1003542322519>
- [Flora...] Флора и фауна водоёмов Европейского Севера (на примере озёр Большеземельской тундры). 1978. Л.: Наука. 192 с.
- [Getzen] Гецен М. В. 1964. Высшие растения Вашуткиных озёр Большеземельской тундры (бассейн р. Усы) // Бот. журн. Т. 49. № 4. С. 587–589.

- [Goldina] *Голдина Л. П.* 1967. Озёра восточной части Большеземельской тундры (в бассейнах рек Адзъва, Коротаиха, Большая Роговая и Сейда-Ю) // Типология озёр. М. С. 159–172.
- [Goldina] *Голдина Л. П.* 1972. География озёр Большеземельской тундры. Л.: Наука. 101 с.
- [Katanskaia] *Катанская В. М.* 1970. Высшая водная растительность озёр Большеземельской тундры // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар. С. 265–270.
- [Katanskaia] *Катанская В. М.* 1981. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л.: Наука. 187 с.
- [Khokhlova] *Хохлова Л. Г.* 2002. Гидрохимическая изученность поверхностных вод Большеземельской тундры // Возобновимые ресурсы водоёмов Большеземельской тундры. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН. С. 5–14.
- [Khokhlova] *Хохлова Л. Г.* 2014. Ретроспективный анализ химического состава воды озёр Большеземельской тундры (Большой Харбей и Головка) // Изв. Коми науч. центра УрО РАН. 1 (17). С. 19–26.
- [Khokhlova, Fefilova] *Хохлова Л. Г., Фефилова Е. Б.* 2014. Гидрохимическая характеристика временных водоёмов на водосборе Харбейских озёр (Большеземельская тундра) // Журн. Сибирского федерального ун-та. Биология. Вып. 7. № 3. С. 267–281.
- Klosowski S.* 2006. The relationships between environmental factors and the submerged *Potametea* associations in lakes of north-eastern Poland // Hydrobiologia. 560. P. 15–29. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1141-1>
- [Kochanova] *Кочанова Э. И.* 1976. Макрофиты и их продукция в озёрах Харбейской системы // Продуктивность озёр восточной части Большеземельской тундры. Л. С. 79–89.
- [Koroleva] *Королева Н. Е., Кулюшина Е. Е., Тетерюк Б. Ю.* 2016. Основные высшие синтаксономические единицы европейской Арктики // Разнообразие и классификация растительности // Сб. науч. тр. ГНБС. Т. 143. Ялта. С. 75–85.
- [Lavrinenko, D'yachkova] *Лавриненко О. В., Дьячкова Т. В.* 2021. Водная и прибрежно-водная растительность эстуария реки Печоры и водоёмов прилегающих тундр // Тр. Кольского науч. центра РАН. Прикладная экология Севера. Вып. 9. 12 (6). С. 35–44. <https://doi.org/10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.004>
- [Lavrinenko et al.] *Лавриненко О. В., Лавриненко И. А., Цыкунова Н. В., Дьячкова Т. В.* 2024. Водные и прибрежно-водные сообщества в водоёмах Ненецкого автономного округа // Растительность России. № 49. С. 88–123. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2024.49.88>
- Lehmann A., Castella E., Lachavanne J. B.* 1997. Morphological traits and spatial heterogeneity of aquatic plants along sediment and depth gradients, Lake Geneva, Switzerland // Aquatic Bot. 55. P. 281–299. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(96\)01078-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(96)01078-9)
- [Likhacheva] *Лихачёва Т. В.* 2007. Эколого-фитоценоотические закономерности распределения растительного покрова водохранилищ Удмуртской республики: Дис. ... канд. биол. наук. Ижевск. 334 с.
- [Martynenko, Getsen] *Мартыненко В. А., Гецен М. В.* 1978. *Equisetophyta, Anthophyta*. В: Флора и фауна водоёмов Европейского Севера (на примере озёр Большеземельской тундры). Л.: Наука. С. 161–165.
- Mäkelä S., Huitu E., Arvola L.* 2004. Spatial patterns in aquatic vegetation composition and environmental covariates along chains of lakes in the Kokemäenjoki watershed (S. Finland) // Aquatic Bot. 80. P. 253–269. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2004.08.006>
- [Mirkin, Naumova] *Миркин Б. М., Наумова Л. Г.* 2009. Метод классификации растительности по Браун-Бланке в России // Журн. общей биологии. Т. 70. № 1. С. 66–77.
- [Mironova, Pokrovskaya] *Миронова Н. Я., Покровская Т. Н.* 1967. Лимнологические исследования в западной части Большеземельской тундры // Типология озёр. М. С. 103–135.
- Murphy K. J.* 2002. Plant communities and plant diversity in softwater lakes of northern Europe // Aquat. Bot. 73 (4). P. 287–324.
- Nurminen L.* 2003. Macrophyte species composition reflecting water quality changes in adjacent water bodies of lake Hiidenvesi, SW Finland // Ann. Bot. Fenn. 40. P. 199–208.
- [Osobennosti...] Особенности структуры экосистем озёр Крайнего Севера (на примере озёр Большеземельской тундры). 1994 / Отв. ред. В. Г. Драбкова, И. С. Трифонова. СПб. 259 с
- [Pokrovskaya] *Покровская Т. Н.* 1976. К типологии озёр-накопителей органического вещества // Типология озёрного накопления органического вещества. М.: Наука. С. 46–98.
- [Potievskaya] *Потиевская Н. А., Михалкина О. А., Зуева Н. В.* 2023. Оценка трофности водотоков севера Фенноскандии по макрофитам // Азимут геонаук: Мат. Всерос. междисциплинарной молодежной науч. конф., Томск, 6–9 декабря 2022 года. Томск: Изд. Томского ЦНТИ. С. 379–380.
- Rørslett B.* 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes // Aquatic Bot. 39. P. 173–193.
- [Sadchikov, Kudryashov] *Садчиков А. П., Кудряшов М. А.* 2004. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов). М.: Изд. НИА-Природа, РЭФИА. 220 с.
- [Sambuk] *Самбук Ф. В.* 1930. Ботанико-географический очерк долины реки Печоры // Тр. Ботанического музея АН СССР. Вып. 22. Л. С. 145.
- [Sambuk] *Самбук Ф. В.* 1931. Геоботаническая характеристика зимних оленьих пастбищ у устья р. Печоры // Оленьи пастбища Северного края. Сб. I. Архангельск. С. 136–167.
- Stelzer D., Schneider S., Melzer A.* 2005. Macrophyte-based assessment of lakes – a contribution to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany // Internat. Rev. Hydrobiologia. 90. P. 223–237. <https://doi.org/10.1002/iroh.200410745>
- [Stenina] *Стенина А. С.* 2009. Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) в озёрах востока Большеземельской тундры. Сыктывкар. 176 с.

- [Teteryuk] *Тетерюк Б. Ю.* 2012 а. Флора и растительность древних озёр европейского северо-востока России. СПб. 237 с.
- [Teteryuk] *Тетерюк Б. Ю.* 2012 б. Состояние изученности растительного покрова водоёмов северо-востока европейской части России // Вестник ин-та биологии Коми науч. центра УрО РАН. № 5 (175). С. 48–52.
- [Teteryuk] *Тетерюк Б. Ю.* 2012 с. Флора древних озёр Европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука. 237 с.
- [Teteryuk] *Тетерюк Б. Ю.* 2014. Флора озёр Харбейской системы (восток Большеземельской тундры) // Журн. Сибирского федерального ун-та. Биология. № 3 (7). С. 291–302.
- [Teteryuk, Kulyugina] *Тетерюк Б. Ю., Кулюгина Е. Е.* 2014. Растительный покров водных и околоводных местообитаний Большеземельской тундры и высокоширотных секторов Урала // Растительность Восточной Европы и Северной Азии: мат. Междунар. науч. конф. (Брянск. 29 сент.-3 окт. 2014 г.). Брянск: ГУП «Брянское полиграфическое объединение». С. 138.
- Teteryuk B. Yu., Lavrinenko O. V., Kipriyanova L. M.* 2022. *Sparganium hyperborei* – new alliance in water-bodies of the Arctic and mountainous regions of Eurasia // Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation. V. 11. № 2. P. 57–64. <https://doi.org/10.17581/bp.2022.11208>
- Toivonen N., Huttunen P.* 1995. Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland // Aquatic Bot. 51. P. 197–221.
- [Tsyvkunova] *Цыркунова Н. В.* 2024. Сравнительный анализ видового и синтаксономического состава растительности озёр западной части Большеземельской тундры. Биология внутренних вод. Перспективы и проблемы современной гидробиологии: Мат. XVII Всерос. науч. конф. молодых учёных. Борок, 21–25 октября 2024 года. Ярославль: Канцлер. С. 107.
- [Tsyvkunova, Simonova] *Цыркунова Н. В., Симонова К. И.* 2024. Экологические особенности, флора и растительность тундровых озёр западной части Большеземельской тундры // Разнообразие растительного мира. № 3 (22). С. 97–104. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2024-3-97-104>
- Van Geest G. J., Roozen F. C. J. M., Coops H., Roijackers R. M. M., Buijse A. D., Peeters E. T. H. M., Scheffer M.* 2003. Vegetation abundance in lowland flood plain lakes determined by surface area, age and connectivity // Freshwater Biol. 48. P. 440–454. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01022.x>
- [Vekhov, Kuliev] *Вехов Н. В., Кулиев А. Н.* 1985. Высшие водные растения западных предгорий Северного Тимана // Бот. журн. Т. 70. № 6. С. 786–791.
- [Vekhov, Kuliev] *Вехов Н. В., Кулиев А. Н.* 1986. Распространение гидрофильных растений на Северном Тимане, в Малоземельской и на западе Большеземельской тундры // Бот. журн. Т. 71. № 9. С. 1241–1248.
- [Vekhov et al.] *Вехов Н. В., Кулиев А. Н., Морозов В. В.* 1986. Новые и редкие виды высших водных и околоводных растений на востоке Большеземельской тундры // Бот. журн. Т. 71. № 12. С. 1619–1620.
- Vestergaard O., Sand-Jensen K.* 2000. Aquatic macrophyte richness in Danish lakes in relation to alkalinity, transparency, and lake area // Can. Journ. Fish. Aquat. Sci. 57. P. 2022–2031. <https://doi.org/10.1139/f00-156>
- [Zinovieva, Dumikin] *Зиновьева А. Е., Дурников Д. А.* 2012. Влияние активной реакции воды (pH) на распределение водных и прибрежно-водных растений // Изв. Алтайского гос. ун-та. № 3–2 (75). С. 21–24.
- [Zvereva] *Зверева О. С.* 1969. Особенности биологии главных рек Коми АССР. Л.: Наука. 279 с.
- [Zvereva et al.] *Зверева О. С., Власова Т. А., Голдина Л. П.* 1966. Вашуткины озёра и история их исследований // Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озёр Крайнего Севера СССР. М. С. 4–21.
- [Zvereva et al.] *Зверева О. С., Власова Т. А., Голдина Л. П., Изъюрова В. К.* 1970. Итоги лимнологических исследований в Большеземельской тундре // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар. С. 248–253.

References

- Akasaka M., Takamura N., Mitsuhashi H., Kadono Y.* 2010. Effects of land use on aquatic macrophyte diversity and water quality of ponds. Freshwater Biol. 55. P. 909–922. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02334.x>
- Andreev V. N.* 1932. Типы тундр запада Бол'шой Земли // Тр. Бот. Музея. Т. 25. Ленинград. P. 121–268. (In Russian)
- Andreev V. N.* 1935. Rastitel'nost' i rajony vostochnoi chasti Bol'shezemel'skoi tundry // Tr. poliarnoi komissii. Vyp. 22. P. 1–98. (In Russian)
- Barko J. W., Gunnison D., Carpenter S. R.* 1991. Sediment interactions with submersed macrophyte growth and community dynamics // Aquatic Botany. 41. P. 41–65. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(91\)90038-7](https://doi.org/10.1016/0304-3770(91)90038-7)
- Baranov, I. V.* 1962. Limnologicheskie tipy ozjor SSSR [Limnological types of lakes of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat. 276 p. (In Russian)
- Baranov I. V.* 1961. Opyt rajonirovaniia territorii SSSR na gidrohimicheskie zony i provincii po sodержaniyu biogen-nyh veshchestv i urovnju fotosinteza planktona v vodojomah [Experience in zoning the USSR into hydrochemical zones and provinces based on the content of biogenic substances and the level of plankton photosynthesis] // Pervichnaia produkciia morei i kontinental'nyh vod. Kishinev: Izd. AN SSSR, AN Moldavskoi SSR. P. 97–101. (In Russian)
- Baattrup-Pedersen A., Riis T.* 1999. Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams // Freshwater Biol. 42. P. 375–385. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.444487.x>
- Bolotova V. M.* 1954. Flora i rastitel'nost' vodoemov [Flora and vegetation of reservoirs] // Proizvoditel'nye sily Komi ASSR. Rastitel'nyi mir. V. III. Part 1. Moscow. P. 263–321. (In Russian)

- Bornette G., Puijalon S. 2011. Response of aquatic plants to abiotic factors: a review // *Aquatic Sci.* 73. P. 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00027-010-0162-7>
- Bratcev L. A. 1955. Fiziko-geograficheskie osnovy gidrologii [Physical-geographical foundations of hydrology] // *Proizvoditel'nye sily Komi ASSR. V. 2. Part 2.* Moscow: AN SSSR. P. 10–12. (In Russian)
- Chappuis E., Gacia E., Ballesteros E. 2014. Environmental factors explaining the distribution and diversity of vascular aquatic macrophytes in a highly heterogeneous Mediterranean region // *Aquatic Bot.* 113. P. 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.11.006>
- Chepinoga V. V. 2015. Flora i rastitel'nost' vodojmov Baikalskoi Sibiri [Flora and vegetation of waterbodies in Baikal Siberia]. Irkutsk: Izd. In-ta geografii im. V. B. Sochavy SO RAN. 468 p. (In Russian)
- Dauvalter V. A., Khloptseva, E. V. 2008. Gidrologicheskie i gidrohimicheskie osobennosti ozer Bol'shezemel'skoi tundry [Hydrological and hydrochemical features of the lakes in Bol'shezemel'skaya tundra] // *Vestnik MGTU.* 11 (3). P. 407–414. (In Russian)
- Dedov A. A. 2006. Rastitel'nost' Malozemel'skoi i Timanskoi tundr [Vegetation of the Malaya Zemlya and Timan Tundras] (1940 g.). Syktyvkar. 160 p. (In Russian)
- Domrachev P. F. 1922. K voprosu o klassifikatsii ozer Severo-Zapadnogo kraia [Revisiting the classification of lakes in the North-West region] // *Izv. Rossiiskogo gidrologicheskogo in-ta.* № 4. P. 1–43 (In Russian)
- Duff K. E., Laing T. E., Smoll J. P., Lean D. R. S. 1998. Limnological characteristics of lakes located across arctic treeline in northern Russia // *Hydrobiologia.* 391. P. 205–222. <https://doi.org/10.1023/A:1003542322519>
- Flora i fauna vodojmov Evropeiskogo Severa (na primere ozer Bol'shezemel'skoi tundry). 1978. [Flora and fauna of the water bodies of the European North. (On example of Bolshezemelskaya tundra lakes)]. Leningrad: Nauka. 192 p. (In Russian)
- Getsen M. V. 1964. Vysshie rastenija Vashutkinyh ozer Bol'shezemel'skoi tundry (bassejn r. Usy) [Higher plants of the Vashutka lakes of the Bolshaya Zemlya tundra (basin of the Usa River)] // *Bot. zhurn.* T. 49. № 4. P. 587–589. (In Russian)
- Goldina L. P. 1967. Ozjora vostochnoi chasti Bol'shezemel'skoi tundry (v basseinah rek Adz'va, Korotaiha, Bol'shaia Rogovaia i Seida-Ju) [Lakes of the Eastern Part of Bolshaya Zemlya Tundra (in the basins of the Adz'va, Korotaiha, Bol'shaia Rogovaia and Seida-Ju Rivers)] // *Tipologija ozer.* Moscow. P. 159–172. (In Russian)
- Goldina L. P. 1972. Geografija ozer Bol'shezemel'skoi tundry [Geography of the lakes of the Bolshezemelskaya tundra]. Leningrad: Nauka. 101 p. (In Russian)
- Katanskaia V. M. 1970. Vysshiaia vodnaia rastitel'nost' ozer Bol'shezemel'skoi tundry [Higher aquatic vegetation of Bolshaya Zemlya Tundra Lakes] // *Biologicheskie osnovy ispol'zovaniia prirody Severa.* Syktyvkar. P. 265–270 (In Russian)
- Katanskaia V. M. 1981. Vysshiaia vodnaja rastitel'nost' kontinental'nyh vodoemov SSSR [Higher aquatic vegetation of continental water bodies of the USSR]. Leningrad: Nauka. 187 p (In Russian)
- Khokhlova L. G. 2002. Gidrohimiicheskaia izuchennost' poverhnostnyh vod Bol'shezemel'skoi tundry [Hydrochemical knowledge of surface water in Bol'shezemel'skaya tundra] // *Vozobnovimye resursy vodoemov Bol'shezemel'skoi tundry.* Syktyvkar: Komi NC UrO RAN. P. 5–14 (In Russian)
- Khokhlova L. G. 2014. Retrospektivnyi analiz himicheskogo sostava vody ozer Bol'shezemel'skoi tundry (Bol'shoi Harbei i Golovka) [A retrospective analysis of the chemical composition of the waters of Bolshezemelskaya Lakes (Bol'shaya Harbey and Golovka)] // *Izv. Komi nauch. centra UrO RAN.* 1 (17). P. 19–26 (In Russian)
- Khokhlova L. G., Fefilova E.B. 2014. Gidrohimiicheskaia karakteristika vremennyh vodojmov na vodosbore Harbejskikh ozjor (Bol'shezemel'skaia tundra) [Hydrochemical Characteristic of the Temporary Water Bodies on the Catchment Area of Kharbeyskie Lakes (Bolshezemelskaya Tundra)] // *Zhurn. Sibirskogo federal'nogo un-ta. Biologija.* Vyp. 7. № 3. P. 267–281 (In Russian)
- Klosowski S. 2006. The relationships between environmental factors and the submerged *Potamogeton* associations in lakes of north-eastern Poland // *Hydrobiologia.* 560. P. 15–29. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1141-1>
- Kochanova E. I. 1976. Makrofity i ih produktsiia v ozerakh Harbejskoi sistemy [Macrophytes and their productivity in the lakes of the Harbey system] // *Produktivnost' ozjor vostochnoi chasti Bol'shezemel'skoi tundry.* Leningrad. P. 79–89 (In Russian)
- Koroleva N. E., Kulyugina E. E., Teteryuk B. Yu. 2016. Osnovnye vysshie sintaksonicheskie edinitsy evropeiskoi Arktiki [The main higher syntaxonomic units of the European Arctic] // *Raznoobrazie i klassifikatsiia rastitel'nosti* // *Sb. nauch. tr. GNBS.* T. 143. Jalta. P. 75–85. (In Russian)
- Lavrinenko O. V., D'yachkova T. V. 2021. Vodnaja i pribrezhnovodnaia rastitel'nost' estuarii reki Pechory i vodojmov prilagaiushchikh tundr [Aquatic and semiaquatic vegetation of the Pechora river estuary and water bodies of the surrounding tundra] // *Tr. Kol'skogo nauch. centra RAN. Prikladnaja ekologija Severa.* Vyp. 9. 12 (6). P. 35–44. <https://doi.org/10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.004>
- Lavrinenko O. V., Lavrinenko I. A., Tsykunova N. V., D'yachkova T. V. 2024. Vodnye i pribrezhno-vodnye soobshchestva v vodoemakh Neneckogo avtonomnogo okruga [Aquatic and helophyte communities in water bodies of the Nenets Autonomous District] // *Rastitel'nost' Rossii.* № 49. P. 88–123. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2024.49.88> (In Russian)
- Lehmann A., Castella E., Lachavanne J. B. 1997. Morphological traits and spatial heterogeneity of aquatic plants along sediment and depth gradients, Lake Geneva, Switzerland // *Aquatic Bot.* 55. P. 281–299. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(96\)01078-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(96)01078-9)
- Likhacheva T. V. 2007. Ekologo-fitocenoticheskie zakonomernosti raspredeleniia rastitel'nogo pokrova vodohranilishh Udmurtskoi respublikii [Ecological and phytocenotic patterns of vegetation distribution in reservoirs of the Udmurt Republic]: Dis. ... kand. biol. nauk. Izhevsk. 334 p. (In Russian)
- Martynenko V. A., Getsen M. V. 1978. *Equisetophyta, Anthophyta.* V: Flora i fauna vodojmov Evropeiskogo Severa (na primere ozer Bol'shezemel'skoi tundry). Leningrad: Nauka. P. 161–165. (In Russian)

- Mäkelä S., Huitu E., Arvola L. 2004. Spatial patterns in aquatic vegetation composition and environmental covariates along chains of lakes in the Kokemäenjoki watershed (S. Finland) // *Aquatic Bot.* 80. P. 253–269. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2004.08.006>
- Mirkin B. M., Naumova L. G. 2009. Metod klassifikatsii rastitel'nosti po Braun-Blanke v Rossii [Braun-Blanquet approach of vegetation classification in Russia] // *Zhurn. obshchei biologii*. T. 70. № 1. P. 66–77. (In Russian)
- Mironova N. Ya., Pokrovskaya T. N. 1967. Limnologicheskie issledovaniia v zapadnoi chasti Bol'shezemel'skoi tundry [Limnological studies in the western part of the Bolshaya Zemlya tundra] // *Tipologiya ozer*. Moscow. P. 103–135 (In Russian)
- Murphy K. J. 2002. Plant communities and plant diversity in softwater lakes of northern Europe // *Aquatic Bot.* 73 (4). P. 287–324.
- Nurminen L. 2003. Macrophyte species composition reflecting water quality changes in adjacent water bodies of lake Hiidenvesi, SW Finland // *Ann. Bot. Fenn.* 40. P. 199–208.
- Osobennosti struktury ekosistem ozer Krainego Severa (na primere ozor Bol'shezemel'skoi tundry) [Features of the structure of ecosystems in lakes of the Far North. (Using the example of lakes in the Bolshezemel'skaya tundra)]. 1994 / Otv. red. V. G. Drabkova, I. S. Trifonova. St. Petersburg. 259 p. (In Russian)
- Pokrovskaya T. N. 1976. K tipologii ozer-nakopitelei organicheskogo veshchestva [Towards a typology of lakes as organic matter accumulators] // *Tipologiya ozernogo nakopleniia organicheskogo veshchestva*. Moscow: Nauka. P. 46–98. (In Russian)
- Potievskaya N. A., Mikhalkina O. A., Zueva N. V. 2023. Ocenka trofnosti vodotokov severa Fennoskandii po makrofitam [Assessment of trophicity of northern Fennoscandian streams based on macrophytes] // *Mat. Vseros. mezhdisciplinarnoi molodezhnoi nauch. konf.*, Tomsk, 6–9 dekabria 2022 goda. Tomsk: Izd. Tomskogo CNTI. P. 379–380. (In Russian)
- Rørslett B. 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes // *Aquatic Bot.* 39. P. 173–193.
- Sadchikov A. P., Kudryashov M. A. 2004. *Ekologiya pribrezhno-vodnoi rastitel'nosti (uchebnoe posobie dlia studentov vuzov)* [Ecology of coastal aquatic vegetation (a training manual for students of higher education)]. Moscow: Izd. NIA-Priroda, RJeFIA. 220 p. (In Russian)
- Sambuk F. V. 1930. Botaniko-geograficheskii ocherk doliny reki Pechory [Botanical and geographical outline of the Pechora River valley] // *Tr. Botanicheskogo muzeja AN SSSR*. Vyp. 22. Leningrad. P. 145. (In Russian)
- Sambuk F. V. 1931. Geobotanicheskaiia kharakteristika zimnih olen'ih pastbishh u ust'ia r. Pechory [Geobotanical characteristics of winter reindeer pastures at the mouth of the Pechora River] // *Olen'i pastbishha Severnogo kraia*. V. 1. Arkhangel'sk. P. 136–167. (In Russian)
- Stelzer D., Schneider S., Melzer A. 2005. Macrophyte-based assessment of lakes – a contribution to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany // *International Rev. Hydrobiologia*. 90. P. 223–237. <https://doi.org/10.1002/iroh.200410745>
- Stenina A. S. 2009. Diatomovye vodorosli (*Bacillariophyta*) v ozerakh vostoka Bol'shezemel'skoi tundry [Diatoms (*Bacillariophyta*) in the lakes of eastern Bolshaya Zemlya tundra]. Syktyvkar. 176 p. (In Russian)
- Teteryuk B. Yu. 2012 a. Flora i rastitel'nost' drevnih ozer evropeiskogo severo-vostoka Rossii. [Flora and vegetation of ancient lakes of the European northeast of Russia]. St. Petersburg. 237 p. (In Russian)
- Teteryuk B. Yu. 2012 b. Sostoianie izuchennosti rastitel'nogo pokrova vodojmov severo-vostoka evropejskoi chasti Rossii [State of knowledge of vegetation cover of water basins of the NorthEast of the European part of Russia] // *Vestnik in-ta biologii Komi nauch. centra UrO RAN*. № 5 (175). P. 48–52. (In Russian)
- Teteryuk B. Yu. 2012 c. Flora drevnih ozer Evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii. St. Petersburg: Nauka. 237 p. (In Russian)
- Teteryuk B. Yu. 2014. Flora ozer Harbeiskoi sistemy (vostok Bol'shezemel'skoi tundry) [Flora of the Kharbey lakes (the East of Bolshezemel'skaya tundra)]. P. 291–302. (In Russian)
- Teteryuk B. Yu., Kulyugina E. E. 2014 b. Rastitel'nyi pokrov vodnyh i okolovodnykh mestoobitanii Bol'shezemel'skoi tundry i vysokoshirotnykh sektorov Urala [Aquatic and wetland vegetation cover of Bolshezemel'skaya tundra and high-latitude sectors of Urals] // *Rastitel'nost' Vostochnoi Evropy i Severnoi Azii: mat. Mezhdunar. nauch. konf. Bryansk. 29 sentyabrya – 3 oktyabrya 2014 g.* Bryansk. P. 138 (In Russian)
- Teteryuk B. Yu., Lavrinenko O. V., Kipriyanova L. M. 2022. *Sparganium hyperborei* – new alliance in water-bodies of the Arctic and mountainous regions of Eurasia // *Botanica Pacifica: a Journ. of Plant Sci. and Conservation*. V. 11. № 2. P. 57–64. <https://doi.org/10.17581/bp.2022.11208>
- Toivonen N., Huttunen P. 1995. Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland // *Aquatic Bot.* 51. P. 197–221.
- Tsyvkunova N. V. 2024. Sravnitel'nyi analiz vidovogo i sintaksonomicheskogo sostava rastitel'nosti ozer zapadnoi chasti Bol'shezemel'skoi tundry [Comparative analysis of species and syntaxonomic composition of vegetation in lakes of the western Bolshaya Zemlya tundra] // *Biologiya vnutrennih vod. Perspektivy i problemy sovremennoi gidrobiologii: Mat. XVII Vseros. nauch. konf. molodykh uchenykh*. Borok, 21–25 oktyabrya 2024 goda. Jaroslavl': Kancler. P. 107. (In Russian)
- Tsyvkunova N. V., Simonova K. I. 2024. Ekologicheskie osobennosti, flora i rastitel'nost' tundrovyyh ozer zapadnoi chasti Bol'shezemel'skoi tundry [Ecological features, flora and vegetation of tundra lakes in the western part of Bolshezemel'skaya tundra] // *Raznoobrazie rastitel'nogo mira*. № 3 (22). P. 97–104. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2024-3-97-104> (In Russian)
- Van Geest G. J., Roozen F. C. J. M., Coops H., Roijackers R. M. M., Buijse A. D., Peeters E. T. H. M., Scheffer M. 2003. Vegetation abundance in lowland flood plain lakes determined by surface area, age and connectivity // *Freshwater Biol.* 48. P. 440–454. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01022.x>

- Vekhov N. V., Kuliev A. N.* 1985. Vysshie vodnye rasteniya zapadnyh predgorii Severnogo Timana [Higher aquatic plants from the western foothills of Northern Timan] // Bot. zhurn. T. 70. № 6. P. 786–791. (*In Russian*)
- Vekhov N. V., Kuliev A. N.*, 1986. Rasprostranenie gidrofil'nykh rastenii na Severnom Timane, v Malozemel'skoi i na zapade Bol'shezemel'skoi tundry [Distribution of hydrophilous plants in northern Timan, Malozemel'skaya Tundra and in the western part of the Bolshezemel'skaya Tundra] // Bot. zhurn. T. 71. № 9. P. 1241–1248. (*In Russian*)
- Vekhov N. V., Kuliev A. N., Morozov V. V.* 1986. Novye i redkie vidy vysshikh vodnykh i okolovodnykh rastenii na vostoке Bol'shezemel'skoi tundry [New and rare species of higher aquatic and semiaquatic plants in the eastern part of the Bolshezemel'skaya Tundra] // Bot. zhurn. T. 71. № 12. P. 1619–1620. (*In Russian*)
- Vestergaard O., Sand-Jensen K.* 2000. Aquatic macrophyte richness in Danish lakes in relation to alkalinity, transparency, and lake area // Can. Journ. Fish. Aquat. Sci. 57. P. 2022–2031. <https://doi.org/10.1139/jf00-156>
- Zinov'eva A. E., Durnikin D. A.* 2012. Vliianie aktivnoi reakcii vody (pH) na raspredelenie vodnykh i pribrezhno-vodnykh rastenii [The effect of water active reaction (pH) on the distribution of aquatic and riparian plants]. Izv. Altajskogo gos. un-ta. № 3–2 (75). P. 21–24. (*In Russian*)
- Zvereva O. S.* 1969. Osobennosti biologii glavnykh rek Komi ASSR (Biological Features of the Main Rivers of Komi ASSR). Leningrad: Nauka. 279 p. (*In Russian*)
- Zvereva O. S., Vlasova T. A., Goldina L. P.* 1966. Vashutkiny ozera i istoriia ih issledovaniy [Vashutkiny lakes and the history of their research] // Gidrobiologicheskoe izuchenie i rybohoziaistvennoe osvoenie ozer Krainego Severa SSSR. Moscow. P. 4–21. (*In Russian*)
- Zvereva O. S., Vlasova T. A., Goldina L. P., Iz'urova V. K.* 1970. Itogi limnologicheskikh issledovaniy v Bol'shezemel'skoi tundre [Results of limnological studies in the Bolshezemel'skaya tundra] // Biologicheskie osnovy ispol'zovaniia prirody Severa. Syktyvkar. P. 248–253. (*In Russian*)

Сведения об авторах

Цыркунова Наталия Владимировна

м. н. с. лаборатории динамики растительного покрова Арктики
ФГБУН Ботанический институт
им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург
E-mail: tsyrykunova.nv@yandex.ru

Tsyrykunova Natalia Vladimirovna

Junior Researcher of the Laboratory of Dynamics
of the Arctic Vegetation Cover
Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg
E-mail: tsyrykunova.nv@yandex.ru