

Сфагновые мхи водосбора озера Германовского (природный парк «Валаамский архипелаг»)

С. А. Комолова^{1,2}, А. Б. Степанова¹, Е. Ю. Кузьмина³,
Л. Е. Дмитричева¹, К. А. Козицкая¹

¹ Российский государственный гидрометеорологический университет,
Малоохтинский пр., д. 98, Санкт-Петербург, 195196, Россия;
svetlanakomolova@yandex.ru; ab_stepanova@rambler.ru; dlilia@mail.ru;
ksu-koz@yandex.ru

² БПРУ РК, Отдел по управлению и охране природного парка «Валаамский
архипелаг», ул. Центральная, д. 20, г. Сортавала, о. Валаам, 186756, Республика
Карелия, Россия; svetlanakomolova@yandex.ru

³ Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д. 2,
Санкт-Петербург, 197376, Россия;
ekuzmina@yandex.ru, kuzminaeju@binran.ru

Резюме. На основе детального исследования заболоченной части водосбора небольшого лесного озера Германовского на территории природного парка «Валаамский архипелаг» (Ладожское озеро, Республика Карелия) приведены первые сведения о таксономическом составе и экологии сфагновых мхов архипелага, до настоящего времени остающегося бриологически неисследованным. В основу работы положены геоботанические описания растительности, почвенного покрова, исследования основных гидрохимических параметров озера. Показано, что разные виды сфагновых мхов являются преобладающими в экотопических условиях с различными режимами увлажнения. На основе анализа экологических амплитуд по трофности сфагновых мхов прилегающие к озеру участки водосбора можно отнести к мезотрофному типу.

Ключевые слова: сфагновые мхи, *Sphagnum*, экологические характеристики мхов, заболоченные леса, водосборная площадь озера, торф, остров Валаам, Республика Карелия.

Sphagnum mosses of Lake Germanovskoe catchment area («Valaam Archipelago» Natural Park)

S. A. Komolova^{1,2}, A. B. Stepanova¹, E. Yu. Kuzmina³,
L. E. Dmitricheva¹, K. A. Kozitskaya¹

¹ Russian State Hydrometeorological University, Malookhtinsky Prospect, 98,
St. Petersburg, 195196, Russia; svetlanakomolova@yandex.ru,
ab_stepanova@rambler.ru; dlilia@mail.ru; ksu-koz@yandex.ru

² Natural Park «Valaam Archipelago», Tsentralnaya Str., 20, Sortavala, Valaam Island,
186756, Karelia, Russia, svetlanakomolova@yandex.ru

³ Komarov Botanical Institute, Professora Popova Str., 2, St. Petersburg, 197376,
Russia; ekuzmina@yandex.ru, kuzminaeju@binran.ru

Abstract. The list of sphagnum mosses of the swamped part of Lake Germanovskoe catchment area («Valaam Archipelago» Natural Park) is provided for the first time. The Valaam Archipelago is located in the northern part of Lake Ladoga, in Republic of Karelia. The largest Valaam Island takes over $\frac{2}{3}$ of the archipelago area — 27.8 km². The ecological characteristics of sphagnum mosses are discussed. A detailed investigation of ecotopes and plant communities dominated by sphagnum mosses was conducted. The study of tree stands, herb and moss layers, soils and analysis of Lake Germanovskoe hydro-chemical characteristics were carried out to define the conditions of *Sphagnum* habitats. Different sphagnum mosses dominate in ecotopes with various regime of moisture. The swamped part of Lake Germanovskoe catchment area is determined as having mesotrophic characteristics. Analysis of the ecological characteristics of sphagnum mosses shows the same result.

Keywords: *Sphagnum*, ecological characteristics of mosses, swamp forests, lake catchment area, peat, Valaam Island, Republic of Karelia.

Введение

Эколого-фитоценотические особенности сфагновых мхов положены в основу классификации болотной растительности (Boch, Smagin, 1993), однако в разных регионах особенности экологии и распространения видов этой группы могут отличаться (Maksimov, 1980, 1988; Minayeva, Glushkov; 2003; Babeshina, 2011). В настоящее время в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой актуальной является проблема изучения сфагновых мхов как основных торфообразователей, а также в качестве биоиндикаторов для оценки состояния болотных сообществ (Lapshina, 2010). Важным также является исследование роли сфагновых мхов в формировании разных типов болотной растительности, так как все торфяные болота имеют непосредственное отношение к поддержанию газового состава атмосферы, выполняя буферную роль в процессе глобального изменения климата.

Отдельную группу болотной растительности составляют сфагновые переходные болота, в пределах которых часто встречаются небольшие озера. Роль озер в ландшафте очень значима, так как они выполняют важнейшую функцию аккумуляции и переработки органического и неорганического вещества (Rossolimo, 1964). На территории Карелии насчитывается около 61 тыс. озер, 98 % их относятся к малым озерам, имеющим площадь менее 10 км², существенную часть последних представляют собой водоемы, связанные с верховыми и переходными болотами. Исследователями болотных экосистем было отмечено ведущее значение катионообменной способности сфагновых мхов в механизме поглощения минеральных элементов (Yurkovskaya, 1992). Представители рода *Sphagnum* являются доминирующими

нирующими видами в моховом ярусе болот и заболоченных лесов. Под их влиянием происходит существенное изменение химического состава болотных вод и почвенного раствора. Болотные воды характеризуются низкими значениями активной реакции среды в диапазоне от 2.0 до 6.0 (Rask *et al.*, 1985). По указанным причинам без изучения роли сфагновых мхов в растительных сообществах на водосборных площадях верховых озер не представляется возможным получить полное представление об особенностях лимногенеза водоемов подобного типа.

Основные задачи данного исследования — видовая идентификация сфагновых мхов и анализ их экологических характеристик и пространственного распределения для заболоченной части водосбора озера Германовского.

Материал и методы

Полевые исследования были проведены в 2013–2014 гг. на базе Учебно-научной станции РГГМУ на о. Валаам (<http://www.rshu.ru/university/structure/>).

Валаамский архипелаг расположен в северной части Ладожского озера и включает более 50 островов общей площадью около 36.0 км². Крупнейший остров — Валаам, на него приходится более $\frac{2}{3}$ площади — 27.8 км², он расположен между 61°24'23" и 61°19'25" с. ш. и между 30°52'19" и 31°18'41" в. д. Растительность архипелага очень разнообразна, что связано с историей происхождения этой территории, особенностями формирования рельефа, почвообразующими породами, характеристиками климата, с возрастающей антропогенной нагрузкой в настоящее время, затрагивающей и участки территории природного парка «Валаамский архипелаг» (Kuchko *et al.*, 1989; Gerasimenko *et al.*, 1995; Komolova, Dmitricheva, 2013). В качестве почвообразующих пород на Валааме встречается в основном переложный элюво-делювий, который является продуктом древнего выветривания габбро-диабазов (Matinyan, Urusevskaya, 1999). Валаам расположен в округе елово-сосновых лесов Приладожской низменности, входящем в состав средней подзоны тайги, леса характеризуются высоким возрастом древостоя. Болота на архипелаге занимают 37 га, что составляет около 1 % территории (Kuchko *et al.*, 1989). Встречаются болота небольшими массивами в понижениях рельефа, иногда вокруг малых озер. Анализ бриологической литературы по Карелии показывает, что в опубликованных работах данных о видовом составе мхов, в том числе сфагновых, для Валаамского архипелага нет. Существуют лишь работы, включающие указания

отдельных видов мхов для северного Приладожья (Brotherus, 1923; Wahlberg, 1998).

Озеро Германовское расположено в восточной части о. Валаам. Водоем имеет форму, близкую к овалу, его площадь 1.0 га, площадь его водосбора 27.8 га (рис. 1, 1). По данным многолетних исследований оз. Германовское представляет собой полигумозный кислый водоем. Участок заболоченного леса в прибрежной зоне озера занимает около 10 % водосборной площади (Kozitskaya *et al.*, 2014). Озеро относится к редкому для Республики Карелия лимнологическому типу и нуждается в особом режиме охраны вместе с его водосборной территорией (Stepanova *et al.*, 2010; Voyakina, 2006).

Таблица 1

Координаты трансект для заболоченной части водосбора озера Германовского, остров Валаам

Transects coordinates of swamped part of Lake Germanovskoe catchment area, Valaam Island

№ трансекты / Transect number	Координаты первой пробной площади трансекты у уреза воды / Coordinates of first sample plot, lake shore		Координаты последней пробной площади трансекты / Coordinates of ending sample plot	
T1	61°22'38.35" N	30°58'9.23" E	61°22'37.56" N	30°58'9.48" E
T2	61°22'39.53" N	30°58'10.37" E	61°22'39.55" N	30°58'13.21" E
T3	61°22'41.24" N	30°58'10.83" E	61°22'41.21" N	30°58'13.59" E
T4	61°22'42.91" N	30°58'8.92" E	61°22'43.08" N	30°58'10.31" E
T5	61°22'43.76" N	30°58'7.64" E	61°22'44.69" N	30°58'8.79" E
T6	61°22'44.08" N	30°58'6.1" E	61°22'45.36" N	30°58'5.37" E
T7	61°22'40.9" N	30°58'5.62" E	61°22'40.98" N	30°58'3.57" E
T8	61°22'39.35" N	30°58'6.78" E	61°22'38.92" N	30°58'5.74" E
T9	61°22'39.32" N	30°58'7.26" E	61°22'38.92" N	30°58'6.93" E

Для исследования особенностей мохового покрова на заболоченной части водосбора озера и определения границы заболачивания проводились детальные геоботанические описания растительности, на всех берегах озера заложены девять трансект, привязанных к координатной сети с помощью GPS-навигатора (система координат WGS 84/ UTM zone 36N) (рис. 2; табл. 1). Описания травяно-кустарничкового и мохового ярусов выполнены на 724 учетных площадках размером 31.6 × 31.6 см (Ipatov, Mirin, 2008). Обилие видов оценивали в виде абсолютного проективного покрытия в процентах. При анализе были использованы встречаемость вида, коэффициент уча-



Рис. 1. Территория района исследования: о. Валаам, озеро Германовское.
1 — западный и северный берега озера; 2 — дренажная канава на западном берегу озера, с берегами, покрытыми сфагновыми мхами (сентябрь 2014 г.).

Study area: Valaam Island, Lake Germanovskoe.

1 — western and northern shore of the lake; 2 — drainage gutter on the western shore of the lake, with banks covered by *Sphagnum* (Sept. 2014).

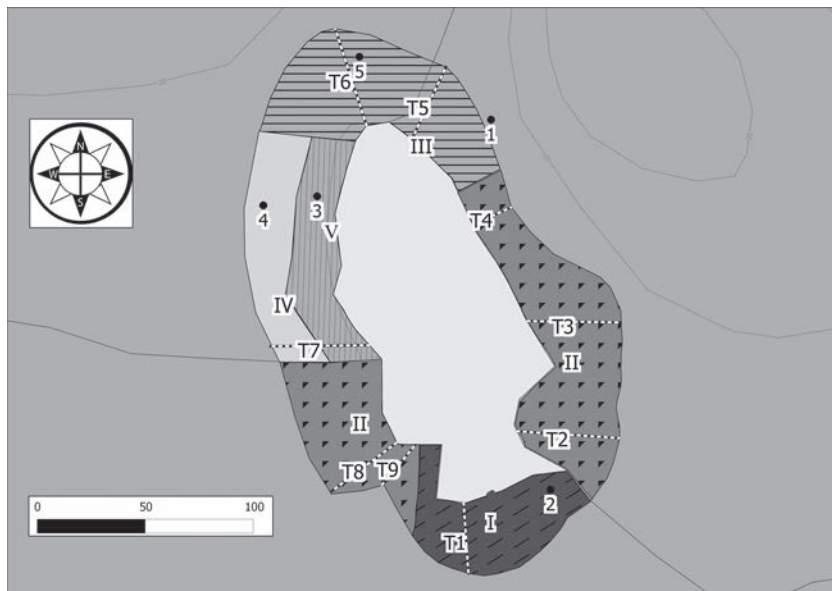


Рис. 2. Карта-схема заболоченной части водосбора озера Германовского, остров Валаам.

Социации: I — березо-ельник сфагновый, II — сосняк багульниково-чернично-сфагновый, III — ельник чернично-сфагновый, IV — березо-ельник чернично-сфагново-мертвопокровный, V — сосняк пушицево-сфагновый. T1–T9 — номера трансект. ● — места закладки почвенных разрезов (1–4; см. табл. 2) и место сбора проб для определения $pH_{(H_2O)}$ торфа (5).

Scheme of a swamped part of Lake Germanovskoe catchment area, Valaam Island.

Sociations: I — Birch-spruce sphagnum, II — Ledum pine-blueberry-sphagnum, III — Blueberry-spruce sphagnum, IV — Birch-spruce bilberry-sphagnum-pure, V — Pine cotton grass-sphagnum. T1–T9 — transect numbers. ● — places of soil profiles (1–4; see Table 2) and a place of $pH_{(H_2O)}$ peat determining (5).

ствия вида (КУ) (Ipatov, Mirin, 2008). Для подробной характеристики экотопических условий заболоченной части водосбора озера были заложены почвенные разрезы на разных берегах озера (рис. 2). Было определено содержание органического углерода по методу Тюрина в горизонте A_1 , содержание фосфора, аммонийного азота, произведена оценка pH водного и солевого растворов каждого горизонта (Vorobyova, 2006). Для некоторых участков прибрежной части озера по стандартным методикам были определены $pH_{(H_2O)}$ торфов, pH болотных вод и воды в протоках. Определены значения основных гидрохими-

ческих и гидрофизических параметров в поверхностных горизонтах озера по стандартным методикам (Alekin *et al.*, 1973). На заболоченной части водосбора собрана коллекция мохообразных в количестве 100 образцов, критические виды были собраны повторно.

Результаты и обсуждение

Растительность по берегам оз. Германовского представлена заболоченными сосновыми, еловыми и елово-сосновыми лесами. Возраст сосны (*Pinus sylvestris* L.) — от 130 до 325 лет, максимальный возраст ели [*Picea abies* (L.) Karst.] — 230 лет. В формировании древостоя иногда принимают участие береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) и ольха черная [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.] (латинские названия приведены по Н. Н. Цвелёву (Tsvelev, 2000)). Распределение растительных социаций по берегам озера представлено на рис. 2. На юго-западном и северо-восточном берегах преобладает сосняк багульниково-чернично-сфагновый полосой протяженностью от 10 до 30 м. В целом, на территории водосбора оз. Германовского леса с участием сфагновых мхов занимают 4 га.

В травяно-кустарничковом ярусе на всей заболоченной части территории водосбора доминирует *Vaccinium myrtillus* L. с проективным покрытием (ПП) до 65 %. Согосподствующими видами в сосняке багульниково-чернично-сфагновом являются *Eriophorum vaginatum* L., *Ledum palustre* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. На северо-восточном берегу озера отмечено также значительное участие *Calluna vulgaris* (L.) Hull (ПП от 3 до 40 %). Вдоль берега озера на небольших участках протяженностью до 2 м (зона сплавины) были отмечены виды, больше характерные для верхового типа болот: *Oxycoccus palustris* Pers., *Drosera rotundifolia* L., *Andromeda polifolia* L.

В северной части исследованной территории в озеро впадает протока естественного происхождения, в южной части — из озера вытекает протока, соединяющая его с Ладожским озером, возможно, антропогенного происхождения (рис. 2). Оба водотока характеризуются переменным стоком. В западной части водосбора расположена дренажная канава, созданная валаамскими монахами и связывающая озеро с Германовым лугом (рис. 1, 2).

Исследованный участок водосборной территории (рис. 2) представляет собой озерную террасу с хорошо выраженным микрорельефом, сложенную хорошо сортированными озерными песками, встречается и грубо сортированный песчаный материал озерно-ледникового происхождения. Для участка характерны также невысокие сельги, перекрытые маломощным и сильно скелетным элювием и

элюво-делювием. Почвы данного элемента ландшафта характеризуются мощным слоем торфяных отложений разной степени разложения, на склонах селыг формируются торфянистые примитивные почвы и грубогумусные буроземы (табл. 2).

Таблица 2

Основные физико-химические параметры почв водосбора озера Германовского, остров Валаам

Main physico-chemical parameters of soils of the Lake Germanovskoe catchment area, Valaam Island

Горизонт / Horizon	Мощность (см) / Depth (cm)	C %	S мг-экв/100 г S mg-eq/100g	pH _(H₂O)	pH _(KCl)	N-NH ₄ мг/кг mg/kg	P мг/кг mg/kg
Болотная торфянисто-перегнойная почва на озерных отложениях (разрез № 3) Marsh peat-humus soil on lacustrine sediments (Profile № 3)							
T ₁	3–10	37.11	20.00	3.8	2.68	3.20	0.80
AT ₁	10–20	35.02	33.33	4.0	2.74	1.80	0.90
AT ₂	20–37	32.68	12.00	4.4	3.40	1.10	1.00
C ₁	37–40	3.16	6.00	4.5	3.53	0.11	6.20
C ₂	40–43	1.10	3.67	4.5	3.67	0.12	6.27
Болотная торфянистая примитивная почва на выходах габбро-диабазов (разрез № 2) Marsh peat primitive soil on gabbro-diabases outcrops (Profile № 2)							
T	3–7	45.83	14.67	3.7	2.71	5.80	0.75
AT	7–16	24.15	1.33	4.2	2.99	1.60	0.85
Бурозем грубогумусный на элюво-делювии габбро-диабазов (разрез № 1) Brown soil raw humus on gabbro-dibabase eluvium-deluvium (Profile № 1)							
T	3–10	20.70	22.67	3.8	3.10	3.80	4.90
ABf	10–21	4.88	25.00	5.1	3.95	0.11	0.70
Bf	21–60	1.36	17.67	5.7	4.01	0.05	4.28
Бурозем грубогумусный глееватый на озерных отложениях (разрез № 4) Brown soil raw humus gleyic on lake sediments (Profile № 4)							
T	2–8	30.99	236.67	3.9	3.28	4.80	0.85
A ₁	8–17	21.87	8.00	4.4	3.29	3.40	0.90
ABf	17–32	1.95	9.67	5.0	3.62	3.00	2.23
Cg	32–40	0.38	7.33	5.5	3.87	0	3.57

При описании растительного покрова на заболоченной части водосбора оз. Германовского было выявлено девять видов сфагновых мхов (табл. 3). Рассмотрим подробнее виды с наиболее высокими средними значениями проективного покрытия (ПП). Преобладающим видом на большинстве исследованных трансект является *Sphag-*

Таблица 3

Характеристики участия сфагновых мхов на трансектах водосбора озера Германовского, остров Валаам

The characters of *Sphagnum* mosses participation along transects in Lake Germanovskoe catchment area, Valaam Island

Виды / Species	№ трансекты / Number of line transect	Характеристика / Character	1	2	3	4	5	6	7*	8**
			<i>S. angustifolium</i> (C. E. O. Jensen ex Russow) C. E. O. Jensen	A (%)	–	–	–	–	–	–
	M	–	–	–	–	–	–	–	+	4
<i>S. capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	A (%)	–	–	–	–	–	–	–	–	1
	M	–	–	–	–	–	–	–	–	2
<i>S. centrale</i> C. E. O. Jensen	A (%)	16	–	17	36	12	45	–	–	–
	M	20	–	42	17	15	51	–	–	–
<i>S. fallax</i> (H. Klinggr.) H. Klinggr.	A (%)	68	37	58	89	67	–	–	–	35
	M	51	3	57	4	76	–	–	–	3
<i>S. flexuosum</i> Dozy et Molck.	A (%)	+	74	–	42	–	65	–	–	1
	M	1	14	–	5	–	41	–	–	2
<i>S. fuscum</i> (Schimp.) H. Klinggr.	A (%)	–	1	–	–	–	–	–	–	26
	M	–	1	–	–	–	–	–	–	2
<i>S. girgensohnii</i> Russow	A (%)	–	70	–	–	–	75	–	–	–
	M	–	2	–	–	–	23	–	–	–
<i>S. magellanicum</i> Brid.	A (%)	–	5	–	6	–	–	–	+	35
	M	–	1	–	3	–	–	–	+	3
<i>S. russowii</i> Warnst.	A (%)	18	48	–	–	–	–	–	+	–
	M	25	61	–	–	–	–	–	+	–
Количество учетных площадок Number of sample plots		76	148	118	71	133	107	66		5

Примечание. А — среднее проективное покрытие вида для трансекты (%), М — число встреч вида в совокупности описаний на трансекте, * — для трансекты № 7 приведены только данные по встречаемости видов; ** — данные для участка сплавины на трансекте № 8.

A — Average projective cover degree of *Sphagnum* mosses for a transect (%), M — number of species records in all sample plots along a transect, * — for transect 7, only data on species frequency are given; ** — data for floating mat (transect 8).

num fallax (H. Klinggr.) H. Klinggr. [названия видов мхов выверены по М. С. Игнатову с соавт. (Ignatov *et al.*, 2006)], среднее ПП вида на них изменялось от 40 до 90 %, на большей части учетных площадок варьируя от 75 до 100 %, встречаемость на обследованной территории — 0.35. По литературным данным *S. fallax* является одним

из основных эдификаторов растительного покрова Карелии (Максимов, 1980, 1988). Этот вид в Карелии проявляет себя как мезотрофный, встречается на мезотрофных осоково-сфагновых болотах, в заболоченных лесах. *S. fallax* — топяной вид, для него характерны следующие оценки уровня стояния воды (УВ) — (+2 –25 см) (Voch, Kuzmina, 1985). Значение коэффициента участия (КУ) *S. fallax* на трансектах 1, 3, 5 водосбора оз. Германовского было достаточно высоким и варьировало от 0.22 до 0.4. Для этих участков берега характерно достаточно сильное увлажнение, отмечен естественный проточный режим, о чем свидетельствует присутствие в древостое ели. Микрорельеф выражен слабо.

Характер субстрата и увлажнения оказывает решающее воздействие на активное распространение и доминирование этого вида на трансектах 1, 3, 5. Для других регионов Северо-Запада показано, что *S. fallax* преобладает на относительно бедных подзолистых почвах, в местах выклинивания грунтовых вод. Ложбина должна иметь вытянутую форму и наклон, чтобы обеспечить проточность (Moshkovsky, Роров, 1999). Доминирование *S. fallax* на трансектах 1, 3, 5 связано как раз с такими условиями и значительным приповерхностным стоком. Также важно отметить, что в юго-восточной части водосбора озера почвы маломощные (литоземы), подстилаящая порода находится очень близко, это и способствует такому типу стока. На других трансектах *S. fallax* отмечен единично, в основном у уреза воды. На трансектах 1, 3, 5 также был отмечен другой вид — *S. centrale* С. Е. О. Jensen, в основном небольшими куртинами у берега озера и иногда на расстоянии 10–15 м от берега.

Второй по встречаемости, часто встречающийся вид на других исследованных участках — *S. centrale* (среднее ПП от 16 до 45 %). На большей части учетных площадок трансекты 6 ПП этого вида варьировало от 80 до 100 %, на других трансектах от 5 до 30 %. Встречаемость *S. centrale* для всей обследованной территории составила 0.26. На трансекте 6 в северной части берега озера значение КУ этого вида было наибольшим и составило 0.16. *S. centrale* — среднесветолюбивый вид, мезотрофный, среднеувлажненных местообитаний (УВ — (–12–15 см)) (Voch, Kuzmina, 1985). Этот вид образует примесь в моховом покрове в сообществах заболачивающихся сосновых, ольховых лесов. Для северного участка берега озера характерно большее почвенное богатство, так как происходит дополнительный сток биогенных элементов с окружающих сельг. Здесь формируются сфагновые ельники с участием ольхи черной. Сильно выражен микрорельеф, характерны кочки, небольшие ямы. На трансекте 6

периодически отмечен *Polytrichum commune* Hedw. со средним ПП 30 %. Дальше от берега озера *S. centrale* сменяет *S. girgensohnii* Russov (среднее ПП 75 %) — вид, приуроченный к затененным условиям под пологом леса, являющийся индикатором временного переувлажнения почвы. По видовому составусфагновых мхов трансекта 4 близка к трансекте 6.

S. flexuosum на исследованных трансектах редко выступает в роли доминанта, значения его ПП изменяются в широких пределах от 5 до 100 %. Среднее ПП вида для всех участков составляет 42–74 %, встречаемость для обследованной территории — 0.11. *S. flexuosum* — мезотрофный вид умеренно увлажненных местообитаний (УВ — (–7–18 см)), он характерен для переходных болот, сплавиных озер (Boch, Kuzmina, 1985). На территории Карелии является эдификатором ограниченного числа ассоциаций, чаще на участках с развитым древесным или густым травяным ярусом (Maksimov, 1988). На трансекте 6 значение КУ для этого вида самое высокое из всех трансект и составляет 0.13. Эта трансекта проходит через ельник чернично-сфагновый, расположенный в северной части водосбора озера, здесь *S. flexuosum* проявляет себя как доминант на участке трансекты. Возможно, это связано с тем, что для этой части водосбора характерны более богатые почвы. Показано, что *S. flexuosum* произрастает на участках с большим содержанием минеральных элементов и на территории Западно-Сибирской равнины (Babeshina, 2011). На других трансектах (1, 2, 4, 8) он отмечен редко. В юго-восточной части прибрежной зоны озера (трансекта 2) этот вид встречается на расстоянии 35 м от уреза воды.

Также была описана группа видов сфагновых мхов: *S. magellanicum* Brid. (УВ — (+5–35)), *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr. (УВ — (0–50)), *S. angustifolium* (C. E. O. Jensen ex Russow) C. E. O. Jensen (УВ — (0–30)), *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. (УВ — (–10–20)), — которые на территории Карелии встречаются в олиготрофных условиях (Boch, Kuzmina, 1985; Maksimov, 1988). *S. angustifolium* доминирует на участке сплавины (трансекты 8, 9) протяженностью 1.5–2 м с ПП 70 %, это один из эдификаторов верховых болот Карелии, индикатор умеренно влажных местообитаний, формирующий ковровые покрытия. *S. fuscum* и *S. magellanicum* на участке сплавины встречаются реже, последний также отмечен на трансектах 2 и 4 (ПП до 5 %).

S. russowii Warnst. был преобладающим видом на трансектах 2 и 7, которые расположены в районе южной протоки и дренажной канавы (среднее ПП — 18–48 %). На трансекте 2 вид доминирует на одной трети учетных площадок (ПП от 50 до 100 %), его КУ здесь

составил 0.16. На территории Карелии этот вид характеризуется как мезотрофный (Maksimov, 1988), УВ — (–5–15) (Boch, Kuzmina, 1985). Известно, что *S. russowii* четко приурочен к местам бывших пожаров, нарушенных местообитаний (Moshkovsky, Popov, 1999). Наибольшего распространения вид достигает на кочках, подвергшихся в прошлом пожару. Вероятно, участки леса вокруг озера были изменены действием пожара в начале XX века: об этом свидетельствуют включения углей в почвах. Протоки и дренажная канава в настоящее время частично зарастают. Также пирогенным видом является *S. capillifolium*, он был отмечен только на трансекте 8. Кроме *S. russowii*, на трансекте 2 отмечено еще четыре вида сфагновых мхов (табл. 3). Присутствие *S. fuscum* в моховом ярусе исследованных участков показывает, что в настоящее время влияние пожара начинает нивелироваться и происходит восстановление растительного покрова (Moshkovsky, Popov, 1999).

Из числа видов зеленых мхов на всей заболоченной части водосбора на кочках и менее влажных участках были отмечены *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum majus* Turner, *D. polysetum* Sw. (*D. rugosum* Brid., *D. undulatum* Ehrh. ex F. Weber et D. Mohr, nom. illeg.), *D. scoparium* Hedw., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., в понижениях на трансекте 2 — *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. (*A. palustre* var. *imbricatum* Bruch et al.) [названия видов мхов выверены по М. С. Игнатову с соавт. (Ignatov et al., 2006)].

Проведенные в 2013–2014 гг. исследования рН_(H₂O) торфов и верхних почвенных горизонтов показали, что на большей части участков низкой озерной террасы значения этих характеристик варьировали от 3.7 до 4.1, в северной части около протоки (рис. 2) значения несколько выше — около 4.6, в протоке — 5.2. Значения рН воды для южной протоки (в районе трансекты 2) и для дренажной канавы (трансекта 7) были сходными: 5.1. В период открытой воды 2013 и 2014 годов значения активной реакции среды в поверхностных горизонтах оз. Германовское варьировали незначительно: от 4.7 до 5.2 и от 4.9 до 5.3 соответственно.

Выявленные диапазоны значения активной реакции среды соответствуют ранее известным экологическим характеристикам преобладающих видов мхов, перечисленных в данной работе. Экологический оптимум по отношению к значениям рН среды по литературным данным для *S. fallax* и *S. centrale* составляет 3.8, для *S. russowii* — 3.4 (Boch, Kuzmina; 1985; Maksimov, 1988). Это соответствует средним значениям измеренных характеристик рН_(H₂O) торфов (3.9) и верхнего горизонта Т₁ (3.8) болотной торфянисто-пере-

гнойной почвы на озерных отложениях (табл. 1). Экологический оптимум для *S. flexuosum* составляет 4.0. Это значение ближе к характеристикам рН торфов в зоне северной протоки (4.6). Именно там была отмечена самая высокая встречаемость этого вида на трансекте 6. На части этой трансекты также был обилён *S. girgensohnii*, его экологический оптимум — 5.1. Но периодически среди куртин *S. girgensohnii* был отмечен и *S. centrale*. Это позволяет предположить, что *S. girgensohnii* не проявляет себя доминантом на этом участке вследствие особенностей параметров среды.

Заключение

Впервые приведен общий список сфагновых мхов для заболоченной территории водосбора оз. Германовского.

На основе анализа распределения видового состава сфагновых мхов по берегам озера и характеристик экотопа прибрежных участков показано, что разные виды сфагновых мхов являются преобладающими в разных экотопических условиях берега озера, с разными условиями увлажнения, трофности, проточности, разными значениями рН. В ходе исследований было выделено четыре условных типа мохового покрова с доминированием определенных видов сфагновых мхов. Типы мохового покрова формируются в разных условиях экотопа.

Первый тип — участки с доминированием *S. fallax*. На этих участках берега умеренное увлажнение, естественный проточный режим, мезотрофные условия. Характерен для березо-ельника сфагнового и сосняка багульниково-чернично-сфагнового.

Второй тип мохового покрова отмечен только для северного берега озера, характеризуется средними условиями увлажнения, мезотрофными условиями местообитания. Характерен для ельника чернично-сфагнового. В моховом ярусе преобладает у озера *S. centrale*, дальше от береговой линии начинает доминировать *S. girgensohnii*.

Третий тип — участки сплавины, с умеренно влажными условиями, ширина полосы озерной сплавины составляет 2 м. Здесь преобладают олиготрофные виды: *S. angustifolium*, *S. magellanicum*, реже отмечены *S. fuscum* и *S. capillifolium*. Характерен для сосняка багульниково-чернично-сфагнового и сосняка пушицево-сфагнового.

Четвертый тип формируется в зонах, где расположены старые мелиорационные каналы. Здесь преобладает *S. russowii*. Этот вид характерен для участков болот, нарушенных мелиорацией, пожаром. В зонах южной протоки и дренажной каналы формируется особый

проточный режим увлажнения, вода вытекает из озера, происходит вынос биогенных элементов.

Присутствие пирогенных видов *S. russowii* и *S. capillifolium* в моховом ярусе участков берега озера свидетельствует о том, что растительность вокруг озера частично была изменена давним пожаром. Участие *S. fuscum* в моховом ярусе показывает, что в настоящее время происходит восстановление растительного покрова.

В пределах участков заболоченного леса по общей встречаемости преобладают два вида — *S. fallax* (0.35), *S. centrale* (0.26), несколько реже отмечен *S. russowii* (0.16), приуроченный к участкам со следами антропогенного воздействия в XIX веке, и *S. flexuosum* (0.11). На основе анализа экологических амплитуд по трофности сфагновых мхов прилегающие к озеру участки водосбора можно отнести к мезотрофному типу.

Исследование показало, что ведущим фактором, определяющим распределение видов сфагновых мхов на заболоченной части водосбора оз. Германовского, является сложный рельеф, различные формы которого обуславливают степень дренированности исследованных участков и характер поступления биогенных элементов.

Полученные в ходе работы материалы по видовому составу сфагновых мхов и оценки основных факторов, определяющих их распространение в пределах исследованной территории, могут быть положены в основу фонового мониторинга растительного покрова водосбора оз. Германовского.

Гербарные образцы сфагновых мхов находятся в гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE) и в гербарии Учебно-научной станции РГГМУ на о. Валаам.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность студентам кафедры прикладной экологии РГГМУ А. А. Солодовниковой и А. В. Доброворскому за участие в полевых исследованиях почв и торфов водосбора озера.

Исследования были поддержаны грантом РГО 2015 г. «Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже XX–XXI веков: черты уникальности и современное состояние».

Литература

[Alekin *et al.*] Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. 1973. *Руководство по химическому анализу вод суши*. Л.: 36–45.

- [Babeshina] Бабешина Л. Г. 2011. *Сфагновые мхи Западно-Сибирской равнины: морфология, анатомия, экология и применение в медицине*: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Томск. <http://www.diss.seluk.ru>
- [Boch, Kuzmina] Боч М. С., Кузьмина Е. О. 1985. О сфагновых мхах Северо-Запада РСФСР. *Ботан. журн.* 70(10): 1337–1346.
- [Boch, Smagin] Боч М. С., Смагин В. А. 1993. *Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны*. СПб.: 224 с.
- Brotherus V. F. 1923. Die Laubmoose Fennoskandias. *Flora Fennica*. 1: 635 p.
- [Gerasimenko et al.] Герасименко Г. Г., Комолова С. А., Прошкина Ю. В. 1995. О развитии сосново-еловых лесов Валаамского архипелага. *Ботан. журн.* 80(8): 19–28.
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. *Arctoa*. 15: 1–130.
- [Pratov, Mirin] Ипатов В. С., Мирин Д. М. 2008. *Описание фитоценоза, методические рекомендации*. СПб.: 70 с.
- [Komolova, Dmitrichева] Комолова С. А., Дмитричева Л. Е. 2013. Мониторинг морфометрических характеристик хвои ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) на Валаамском архипелаге. *Учен. записки РГГМУ*. 32: 154–169.
- [Kozitskaya et al.] Козицкая К. А., Степанова А. Б., Комолова С. А. 2014. Взаимодействие в системе «озеро-водосбор» на примере водоема верхового болота озера Германовское (Природный парк «Валаамский архипелаг»). *Тез. докл. междунар. конф. молодых ученых «Проблемы и перспективы исследований растительного мира»*. Ялта: 102.
- [Kuchko et al.] Кучко А. А., Белоусова Н. А., Кравченко А. В., Крутов В. И., Лазарева И. П., Морозова Р. М. 1989. *Экосистемы Валаама и их охрана*. Петрозаводск: 199 с.
- [Lapshina] Лапшина Е. Д. 2010. *Растительность болот юго-востока Западной Сибири*. Новосибирск: 186 с.
- [Maksimov] Максимов А. И. 1980. Об экологии некоторых видов сфагновых мхов Карелии. *Болота Европейского Севера СССР*. Петрозаводск: 135–155.
- [Maksimov] Максимов А. И. 1988. Флора листостебельных мхов болот Карелии и ее анализ. *Флористические исследования в Карелии*. Петрозаводск: 35–62.
- [Matinyan, Urusevskaya] Матинян Н. Н., Урусевская И. С. 1999. *Почвы острова Валаам*. СПб.: 32 с.
- [Moshkovsky, Popov] Мошковский С. А., Попов С. Ю. 1999. Листостебельные мхи Костромской таежной станции. *Журн. биол. кружка Дарвиновского музея «Вестник ВООП»*. http://www.ecosystems.ru/voop/works/v05_01/htm
- Rask M., Arvola L., Salonen K. 1985. A note on the acidity in 54 small lakes in Evo forest area, southern Finland. *Aqua Fennica*. 15(1): 41–46.
- [Rossolimo] Россолимо Л. Л. 1964. Основы типизации озер и лимнологического районирования. *Накопление вещества в озерах*. М.: 5–46.
- [Stepanova et al.] Степанова А. Б., Шарафутдинова Г. Ф., Воякина Е. Ю. 2010. Гидрохимические особенности малых озер о. Валаам. *Учен. записки РГГМУ*. 12: 97–110.
- [Tsvelev] Цвелёв Н. Н. 2000. *Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области)*. СПб.: 781 с.

- [Vorobyova] Воробьева Л. А. 2006. *Теория и практика химического анализа почв*. М.: 299 с.
- [Voyakina] Воякина Е. Ю. 2006. Вертикальная структура фитопланктона в двух малых лесных озерах Валаамского архипелага. *Состояние и проблемы продукционной гидробиологии*. М.: 115–125.
- Wahlberg H. 1998. The collections of threatened bryophytes from Ladoga Karelia in Finnish Herbaria. *Arctoa*. 7: 37–44.
- [Yurkovskaya] Юрковская Т. К. 1992. *География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий*. СПб.: 256 с.

References

- Alekin O. A., Semenov A. D., Skopintsev B. A. 1973. *Guidance on chemical analysis of surface waters*. Leningrad: 36–45. (in Russ.).
- Babeshina L. G. 2011. *Sfagnovyie mkhi Zapadno-Sibirskoy ravniny: morfologiya, anatomiya, ekologiya i primeneniye v meditsine...* Avtoref. Dokt. Diss. [Sphagnum moss species of West Siberian plain: morphology, anatomy, ecology and medical applications. Abstr. Doct. Diss.] Tomsk. <http://www.diss.seluk.ru> (in Russ.).
- Boch M. S., Kuzmina E. O. 1985. On Sphagnum mosses from the North-West of RS-FSR. *Bot. Zhurn.* 70 (10): 1337–1346. (In Russ. with English abstract).
- Boch M. S., Smagin V. A. 1993. *Flora and vegetation of mires in the North-West Russia and the principles for their protection*. St. Petersburg: 224 p. (In Russ.).
- Brotherus V. F. 1923. Die Laubmoose Fennoskandias. *Flora Fennica*. 1: 635 p.
- Gerasimenko G. G., Komolova S. A., Proshkina Yu. V. 1995. Development of pine-spruce forests of Valaam archipelago. *Bot. Zhurn.* 80(8): 19–28. (In Russ. with Engl. abstract).
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. *et al.* 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. *Arctoa*. 15: 1–130.
- Ipatov V. S., Mirin D. M. 2008. *Description of phytocoenose, methods*. St. Petersburg: 70 p. (in Russ.).
- Komolova S. A., Dmitricheva L. E. 2013. Morphometric characteristics of common spruce needles (*Picea abies* (L.) Karst.) monitoring in Valaam archipelago. *Uchenye zapiski RGGMU*. 32: 154–169 (In Russ. with Engl. abstract).
- Kozitskaya K. A., Stepanova A. B., Komolova S. A. 2014. Interaction in the system «lake-catchment» on example of the uplands bog of Lake Germanovskoe (natural park «Valaam archipelago»). *Tezisy докладov mezhdun. konf. molodykh uchenykh «Problemy i perspektivy issledovaniy rastitelnogo mira»*. [Abstr. Intern. conf. young scient. «Problems and perspectives of the plant world investigations»]. Yalta: 102 (In Russ.).
- Kuchko A. A., Belousova N. A., Kravchenko A. V., Krutov V. I., Lazareva I. P., Morozova R. M. 1989. *Ecosystems of Valaam and their protection*. Petrozavodsk: 199 p. (In Russ.).
- Lapshina E. D. 2010. *Mire vegetation of South-East of West Siberia*. Novosibirsk: 186 p. (In Russ.).
- Maksimov A. I. 1980. Ecology of some sphagnum moss species of Karelia. *The mires of European North of USSR*. Petrozavodsk: 135–155. (In Russ.).

- Maksimov A. I. 1988. The bryophyte flora of Karelia mires and their analysis. *Floristic investigations in Karelia*. Petrozavodsk: 35–62. (In Russ.).
- Matinyan N. N., Urusevskaya I. S. 1999. *The soils of Valaam island*. St. Petersburg: 31 p. (In Russ.).
- Moshkovsky S. A., Popov S. Yu. 1999. The bryophytes of Kostroma taiga station. *Zhurn. biol. kruzhka «Vestnik VOOP»*. http://www.ecosystems.ru/voop/works/v05_01/htm (In Russ.).
- Rask M., Arvola L., Salonen K. 1985. A note on the acidity in 54 small lakes in Evo forest area, southern Finland. *Aqua Fennica*. 15(1): 41–46.
- Rossolimo L. L. 1964. Basics typing lakes and limnological zoning. *Accumulation of substances in lakes*. Moscow: 5–46. (In Russ.).
- Stepanova A. B., Sharafutdinova G. F., Voyakina E. Yu. 2010. Hydrochemical features of small lakes of the island of Valaam. *Uchenye zapiski RGGMU*. 12: 97–110. (In Russ. with Engl. abstract).
- Tsvelev N. N. 2000. *Manual of the vascular plants of North-West Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod provinces)*. St. Petersburg: 781 p. (In Russ.).
- Vorobyeva L. A. 2006. *Theory and practice of chemical analysis of soils*. Moscow: 299 p. (In Russ.).
- Voyakina E. Ju. 2006. Vertical phytoplankton distribution in two Valaam archipelago small lakes. *Status and Problems of Production Hydrobiology*. Moscow: 115–125. (In Russ.).
- Wahlberg H. 1998. The collections of threatened bryophytes from Ladoga Karelia in Finnish Herbaria. *Arctoa*. 7: 37–44.
- Yurkovskaya T. K. 1992. *Geography and cartography of mire vegetation of the European Russia and neighbouring territories*. St. Petersburg: 255 p. (In Russ.).