

СООБЩЕНИЯ

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАБОЛАЧИВАЮЩИХСЯ ОЗЕР ХМЕЛЕВСКОГО
(СОЧИНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ)¹

© 2024 г. Н. С. Ликсакова^{1, *}, Г. Я. Дорошина^{1, **}, Т. Г. Ивченко^{1, ***}, Б. С. Туниев^{2, ****},
К. В. Щукина^{1, *****}, Д. С. Кессель^{1, *****}

¹Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
ул. Проф. Попова, 2, Санкт-Петербург, 197022, Россия

²ФГБУ Сочинский национальный парк
Курортный пр., 74, Сочи, 354002, Россия

*e-mail: nliks@mail.ru

**e-mail: marushka-le@mail.ru

***e-mail: ivchenkotat@mail.ru

****e-mail: btuniyev@mail.ru

*****e-mail: vyatka_ks_72@mail.ru

*****e-mail: dasha_kessel@mail.ru

Поступила в редакцию 18.05.2024 г.

Получена после доработки 15.07.24 г.

Принята к публикации 10.09.2024 г.

Растительность заболачивающихся озер Кавказа рассматривается на примере озер Хмелевского, расположенных на территории Сочинского национального парка (Краснодарский край). Здесь наблюдаются разные стадии заболачивания — от открытых озер до болот, образовавшихся на месте полностью заросших озер. Выделено пять ассоциаций болотной растительности и одна — прибрежно-водной. Сообщества этих ассоциаций образуют на зарастающих озерах следующие пояса: заболоченный минеральный берег, покрытый сообществами асс. **Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii**, **Cariceto rostratae–Warnstorfieta fluitantis**, **Junceto–Polytrichetum communaе**; обводненные участки, занятые зарослями укорененных в грунте осок (асс. **Caricetum rostratae**) или покрытые осоково-сфагновыми сплавами, образованными сообществами асс. **Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii** или **Cariceto rostratae–Sphagnetum flexuosi**; открытая вода, местами с прибрежно-водными сообществами асс. **Eleocharitetum austriacae**. Впервые для Кавказа описаны сообщества с доминированием в моховом покрове *Sphagnum jensenii* и видов рода *Polytrichum*. Динамика зарастания одного из озер прослежена по материалам исследований В.В. Акатова (1987) и космическим снимкам, на другом озере по космическим снимкам прослежена стабилизация сплавины. Отмечено сильное негативное влияние выпаса на растительность.

Ключевые слова: горные болота, болотная и прибрежно-водная растительность, классификация растительности, зарастание озер, Сочинский национальный парк, Западный Кавказ

DOI: 10.31857/S0006813624090017 EDN: PAUXIW

На Кавказе болота не занимают больших площадей, но вносят заметный вклад в биоразнообразие. На них сосредоточены многие виды сосудистых растений и мхов, не встречающиеся в других местообитаниях. Образование болот происходит как путем заболачивания переувлажненных участков суши, так и

через зарастание озер, которое часто связано с их обмелением (Sukachev, 1926; Nitsenko, 1967). На северо-западе Европейской России озерные отложения, подстилающие торф, свидетельствуют о происхождении значительной части болот из послеледниковых водоемов. На Кавказе эволюцию значительной части болот также связывают с отступлением горных ледников (Tumadzhyanov, 1948).

¹Дополнительные материалы размещены в электронном виде по DOI: 10.31857/S0006813624090017

Процесс заболачивания озер происходит как путем внедрения растений, укореняющихся в минеральном грунте дна озера, так и путем образования наддыловых и надводных сплавин (Sukachev, 1926; Nitsenko, 1967). Все эти типы зарастания можно наблюдать на озерах Хмелевского.

Озера Хмелевского находятся недалеко от пос. Красная Поляна (Адлерский р-н Сочи, Краснодарский край) на территории Сочинского национального парка, на южном макросклоне Главного Кавказского хребта, относящегося к бассейну р. Мзымта. Они располагаются на пенебленизированном участке гребня восточного отрога хребта Ачишхо на высоте от 1700 до 1780 м над ур. моря, недалеко от верхней границы лесного пояса, в полосе буковых лесов. Название дано озерам в честь исследователя флоры и климата Красной Поляны Викентия Фердинандовича Хмелевского (1880–1933).

По геологическому строению территория сложена вулканогенно-осадочными породами юрского периода (Solod'ko, Til'ba, 2007). Основную роль в формировании озерных котловин сыграли суффозионные процессы, обусловленные тектоническими нарушениями, наличием трещиноватых зон и рыхлыми четвертичными отложениями на водораздельной поверхности (Tarchevskij, 2018). Таким образом, происхождение озер Хмелевского не связано с ледниками.

Для климатических условий рассматриваемого района характерно высокое обилие осадков – здесь холодные северные воздушные массы встречаются с теплыми атмосферными потоками, идущими с Черного моря (Solod'ko, Til'ba, 2007). По данным WorldClimе, среднегодовая температура составляет 5.5°C, средняя температура июля 15°C, среднегодовое количество осадков 1450 мм. Для метеостанции Ачишхо, расположенной в 1.5 км от озер Хмелевского на 100 м выше их (на высоте 1880 м), указывается средняя температура июля 12.6°C (Mogozov, 2020).

Всего здесь насчитывается до 20 озер. Самое большое озеро имеет площадь примерно 1 га и глубину около 2 м. Озера бессточные, их питание осуществляется за счет дождевых и талых вод. Зимой они промерзают. Стоячий характер озерных вод способствует активному зарастанию.

Растительность озер исследовалась ранее В.В. Акатовым (Akaton, 1986, 1987). По его данным воды этих озер очень слабо минерализованы (11.6–15.5 мг/л) и характеризуются кислой реакцией (pH 5.35–5.80). Зарастание озер происходит как посредством образования

сплавин, так и посредством укоренения на дне *Carex rostrata* Stokes. Образованию сплавин предшествует заполнение котловины погруженным под воду мхом *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb. Для озера Большого В.В. Акатов (Akaton, 1987) приводит профиль сплавин, на которой представлены следующие сообщества: **Caricetum rostratae sphagnetosum**, **Caricetum rostratae hypnetosum**, **Deschampsio–Caricetum dacicae**. Здесь же (Akaton, 1987) дана карто-схема зарастания озера Западного, на которой показано изменение его растительности в период с 1937 по 1984 г.

Самое крупное из озер Хмелевского, обследованных нами, – оз. Большое (площадь 9390 м², глубина 2 м (Tarchevskiy, 2018), 43.717679°N, 40.200874°E). Значительная часть его покрыта осоково-сфагновой сплавной, примерно треть площади составляет открытая вода. На заболоченном берегу располагаются осоково-гипновые сообщества, а на менее обводненной его части – ситниковые (*Juncus filiformis* L.) фитоценозы с политриховыми и гипновыми мхами. Озеро Восточное (6050 м², глубина 1 м, 43.716604°N, 40.204255°E) также в значительной степени покрыто сфагновой сплавной, открытая вода составляет не больше четверти его площади. Озеро Южное (4100 м², глубина 1 м, 43.714593°N, 40.199754°E) полностью заросло, причем часть его покрыта осоково-сфагновой сплавной, на другой, мелководной, части представлены сообщества, часто монодоминантные, с преобладанием *Carex rostrata*, укореняющейся на дне. Преимущественно грунтовое зарастание наблюдалось на озере Западном (1620 м², глубина 1.3 м, 43.714582°N, 40.195644°E) – помимо осоковых сообществ, здесь отмечены куртины болотницы (*Eleocharis austriaca* Hauek), встречается рогуз (*Typha latifolia* L.), а открытая вода составляет чуть больше половины площади озера. Кроме перечисленных, нами были обследованы 3 болота (43.720037°N, 40.195839°E; 43.719643°N, 40.194491°E; 43.716406°N, 40.193166°E), полностью покрытых сфагновыми мхами практически без открытой воды, расположенных к северо-востоку от Западного и Большого озер, и одно сильно нарушенное выпасом болото между Западным и Большим озерами (43.716085°N, 40.197868°E).

При описании данных сообществ нами были найдены новые для Кавказа мхи: вид – *Sphagnum jensenii* H. Lindb. и подвид – *Polytrichum commune* var. *perigoniale* (Michx.) Hampe. (Sofronova et al., 2024).

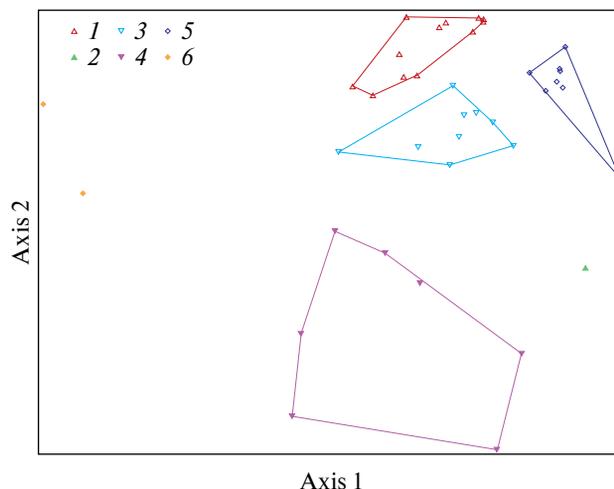


Рис. 1. Результаты NMS-ординации. Условные обозначения: 1 – асс. *Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii*, 2 – асс. *Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi*, 3 – асс. *Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis*, 4 – группа включает асс. *Junceto-Polytrichetum commune* и сообщества сходных местообитаний с участием *Juncus filiformis*, 5 – асс. *Caricetum rostratae*, 6 – асс. *Eleocharitetum austriacae*.

Fig. 1. Results of NMS ordination. Legend: 1 – Ass. *Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii*, 2 – Ass. *Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi*, 3 – Ass. *Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis*, 4 – group includes Ass. *Junceto-Polytrichetum commune* and communities of similar habitats with *Juncus filiformis*, 5 – Ass. *Caricetum rostratae*, 6 – Ass. *Eleocharitetum austriacae*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования болотной растительности на восьми зарастающих озерах Хмелевского проводились в августе 2023 г. Было выполнено 41 геоботаническое описание в естественных границах сообществ или на пробных площадках 10 × 10 м. Отмечалось общее проективное покрытие травяного и мохового ярусов, а также проективное покрытие каждого вида. Были собраны гербарные образцы сосудистых растений и мохообразных. С помощью кондуктометра Hanna H199301 проводились замеры минерализации болотных и озерных вод. Для всех пробных площадей фиксировались географические координаты (в системе WGS 84) и высота над уровнем моря. Проводилась фотосъемка с координатной привязкой болот и отдельных сообществ.

Названия видов сосудистых растений даны согласно работе А.С. Зернова (Zernov, 2006) и интернет-ресурсу World Flora Online (WFO, 2024). Названия мхов приводятся по списку мхов Восточной Европы и Северной Азии (Ignatov et al., 2006), с учетом более поздних таксономических публикаций (Hassel et al., 2018). Латинские бинарные названия выделенных формаций и ассоциаций даны по видам-доминантам травяного и мохового ярусов (Shennikov, 1964).

Для первичной группировки описаний применялся табличный метод и результаты кластерного анализа

методом гибкой беты (flexible beta) при значении $\beta = -0.25$ (Lance, Williams, 1967), для вычисления матрицы расстояний использовалась относительная дистанция Сьеренсена. Для выделенных групп проведена непрямая ординация неметрического многомерного шкалирования (NMS) в программе PC-ORD 6.12 (McCune, Mefford, 2011) в двумерном пространстве, с применением меры Брея–Кертиса, с предварительным логарифмированием данных о покрытии видов. Функция стресса составила 15.71975, кумулятивный вклад осей 0.778 и 0.371 (рис. 1). На основе этих групп были выделены ассоциации.

Несмотря на более значительный вклад оси 1, группы разделились преимущественно по оси 2. В ординационном пространстве сверху вниз расположились ассоциации ***Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii*** (рис. 1, 1), ***Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis*** (рис. 1, 3) и группа, включающая асс. ***Junceto-Polytrichetum commune*** и сообщества сходных местообитаний с участием *Juncus filiformis* (рис. 1, 4). Справа располагаются ассоциации ***Caricetum rostratae*** (рис. 1, 5) и сообщества ассоциации ***Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi*** (рис. 1, 2). Таким образом, группы сменяются от сфагновой сплавины и чистых зарослей *Carex rostrata* центральных частей озер через прибрежные осоково-гипновые сообщества к береговым фитоценозам с участием *Juncus filiformis*. На

удалении от выделенных кластеров (слева в ординационном пространстве) расположились описания прибрежно-водных сообществ, отнесенных нами с использованием литературных данных (Kimeridze, 1968) к ассоциации *Eleocharitetum austriacae* (рис. 1, б).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Озера Хмелевского являются олиготрофными – минерализация озерных вод по нашим данным составила 10–15 мг/л, лишь в заболоченных сообществах, расположенных ближе к берегу, она достигала 20 (редко 40) мг/л, что согласуется с данными В.В. Акатова (Akaton, 1986).

На заболачивающихся озерах можно выделить следующие пояса: заболоченный минеральный берег, покрытый ситниково-политриховыми, осоково-гипновыми и осоково-сфагновыми сообществами, обводненные участки с осоково-сфагновой сплавиной или зарослями укорененных в грунте осок и открытая вода.

Классификацией болотной растительности на Кавказе наиболее подробно занимались К.Р. Кимеридзе (Kimeridze, 1963, 1968) и В.В. Акатов (Akaton, 1986, 1987, 1989), поэтому именно с их работами мы сравниваем выделенные нами синтаксоны. Однако, в отличие от упомянутых выше авторов, мы объединили осоково-сфагновые ассоциации в формации по доминирующим видам сфагновых мхов, соглашаясь с мнением Т.К. Юрковской (Yurkovskaya, 1995), что в осоково-сфагновых сообществах сфагновые мхи являются более сильными эдификаторами, чем растения травяного яруса (табл. 1).

Формация *Sphagneta jensenii* Акц. *Cariceto rostratae*–*Sphagnetum jensenii*

Сообщества данной ассоциации располагаются как на заболоченных берегах, так и на сплавиных. Они наиболее широко распространены, а образованные ими сплавины занимают значительные площади на большинстве описанных нами озер. Проективное покрытие *Carex rostrata* колеблется от 5 до 65%. Часто это единственный вид сосудистых растений, реже примешиваются *C. canescens* L. и *Juncus filiformis*, еще реже и только на полностью заросших озерах встречаются *Stellaria nemorum* L., *Epilobium montanum* L., *E. algidum* M. Vieb. и др. Мхи образуют сплошной покров, среди них доминирует *Sphagnum jensenii* (с покрытием от 25 до 98%). Местами обилеи *Sphagnum subsecundum* Nees, на

сплавиных на оз. Большом встречается *S. divinum* Flatberg et K. Hassel, занимая кочкообразные повышения. С незначительным обилием встречаются виды зеленых мхов – *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske, *Straminergon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Hedenäs, ближе к берегу к сфагнуму примешивается *Polytrichum commune* var. *perigoniale*.

Формация *Sphagneta flexuosi* Акц. *Cariceto rostratae*–*Sphagnetum flexuosi*

Сообщества данной ассоциации описаны на двух озерах, заросших в наибольшей степени. В обоих случаях они располагались недалеко от берега. В одном из описанных сообществ обилие *Carex rostrata* достигает 40%, в другом осока менее обильна, хотя и продолжает оставаться доминантом, к ней примешиваются *Juncus filiformis* и *Stellaria persica* Boiss. *Sphagnum flexuosum* Dozy & Molk. образует сплошное покрытие.

В.В. Акатов (Akaton, 1989) упоминает фацию со *Sphagnum flexuosum* в субасс. *Primulo auriculatae*–*Caricetum rostratae sphagnetosum*. Сообщества этой фации, по его данным, имеют очень ограниченное распространение. Ранее мы описывали формацию *Sphagneta flexuosi* на болотах в бассейне р. Черек Балкарский, но в травяном ярусе сообществ этой формации доминировали другие виды (Liksakova et al., 2023).

Формация *Cariceta rostratae* Акц. *Cariceto rostratae*–*Warnstorfietum fluitantis*

Сообщества располагаются поясами шириной 1–3 м по топким берегам заболоченных озер. В травяном покрове доминирует *Carex rostrata* (от 8 до 50%). В основном она образует монодоминантные сообщества, реже содоминантами выступают *Eleocharis austriaca* и *Carex canescens*. Покрытие *Warnstorfia fluitans* колеблется от 20 до 90%, регулярно встречается с незначительным обилием *Straminergon stramineum*. На оз. Западном в моховом ярусе обилеи *Sphagnum auriculatum* Schimp. и встречается *S. platyphyllum* (Lindb. ex Braithw.) Warnst., ранее не отмеченные здесь В.В. Акатовым (Akaton, 1987).

Акц. *Caricetum rostratae*

В сильно обводненных местообитаниях встречаются сообщества, образованные практически чистыми зарослями *Carex rostrata*. Вода в таких сообществах стоит на уровне 15–30 см. Обилие осоки составляет от 15 до 90%. Моховой покров не выражен, лишь

Таблица 1. Классификация болотной растительности зарастающих озер Хмелевского
Table 1. Classification of mire vegetation of overgrown Khmelevsky lakes

Формация / Formation	<i>Sphagneta jensenii</i>	<i>Sphagneta flexuosi</i>	<i>Cariceta rostratae</i>		<i>Junceta filiformis</i>	<i>Eleochariteta australis</i>
Ассоциация / Association	<i>Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii</i>	<i>Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi</i>	<i>Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis</i>	<i>Caricetum rostratae</i>	<i>Junceto-Polytrichetum communeae</i>	<i>Eleocharis austriaca</i>
Число описаний / Number of relevés	12	2	7	10	3	2
<i>Carex rostrata</i>	V 27	2 24	V 26	V 51	3 8	.
<i>Sphagnum jensenii</i>	V 67	.	III 2	I	1	.
<i>Sphagnum flexuosum</i>	.	2 98
<i>Warnstorffia fluitans</i>	III 4	.	V 53	I 2	3 7	1
<i>Polytrichum commune var. perigoniale</i>	II	.	.	.	3 60	.
<i>Juncus filiformis</i>	III	1 3	I	I	3 5	.
<i>Eleocharis austriaca</i>	.	.	I 1	I	.	2 70
<i>Carex canescens</i>	II 3	.	II 1	II	1 5	1 3
<i>Stellaria persica</i>	.	1 2
<i>Athyrium filix-femina</i>	I	.	.	I 2	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	I	.	.	I 1	.	.
<i>Poa annua</i>	I	.	.	I	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	I	.	.	I	.	.
<i>Sphagnum subsecundum</i>	II 10	.	.	.	2 1	.
<i>Sphagnum auriculatum</i>	.	.	I 3	.	.	.
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	.	.	I 2	.	.	.
<i>Polytrichum densifolium</i>	I	.	I	.	.	.
<i>Straminergon stramineum</i>	III 1	.	III 1	.	2 2	.

Примечание 1. Римскими цифрами слева обозначены классы постоянства: I – менее 20%; II – 21–40; III – 41–60; IV – 61–80; V – 81–100% (при числе описаний менее 5 арабскими цифрами здесь указано число описаний, в которых вид был встречен); арабскими справа – среднее проективное покрытие, %.

Note 1. Roman numerals on the left indicate constancy classes: I – less than 20%; II – 21–40; III – 41–60; IV – 61–80; V – 81–100% (if the number of relevés is less than 5, Arabic numerals indicate the number of relevés where the species was recorded); Arabic numerals on the right – average projective coverage, %.

Примечание 2. Малообильные виды, отмеченные в одном или менее чем в 20% описаний сообществ одной ассоциации:

Note 2. Low-abundance species recorded in one or less than 20% of the relevés of communities of the same association:

Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii – *Epilobium algidum*, *Galeopsis tetrahit*, *Nardus stricta*, *Stellaria nemorum*, *Sphagnum divinum*; **Cariceto rostratae-Warnstorffietum fluitantis** – *Carex trancaucasica*, *Sphagnum fallax*; **Caricetum rostratae pura** – *Dentaria bulbifera*, *Typha latifolia*, *Brachythecium* sp., *Plagiomnium medium*; **Junceto-Polytrichetum communeae** – *Alchemilla retinervis*, *Callitriche palustris*, *Juncus tenuis*, *Plantago major*, *Potentilla elatior*, *Prunella vulgaris*, *Rorippa palustris*, *Rumex alpinus*, *Aulacomnium palustre*, *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *Bryum* sp., *Campylodelphus chrysophyllus*, *Dicranella* sp., *Funaria hygrometrica*, *Pohlia campotrachella*, *Polytrichum longisetum*.

изредка с незначительным обилием встречаются *Plagiomnium medium* (Bruch & Schimp.) T.J. Кор. и *Brachythecium* sp.

Формация *Junceta filiformis*
Асс. *Junceto-Polytrichetum communae*

Сообщества встречаются по влажным берегам заболоченных озер. В травостое, помимо *Juncus filiformis*, обильна *Carex rostrata*, реже — *Carex canescens*. В моховом покрове доминирует *Polytrichum commune* var. *perigoniale*, регулярно встречается *Warnstorfia fluitans*, реже — *Straminergon stramineum*.

Помимо описанных ассоциаций и формаций, по заболоченным берегам исследуемых заболочивающихся озер были отмечены сообщества с доминированием *Carex canescens* и *Warnstorfia fluitans*, *Carex canescens* и *Polytrichum densifolium* Wilson ex Mitt., *Juncus filiformis* и *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst., *Juncus filiformis* и *Plagiomnium* sp., по которым пока недостаточно описаний для определения их синтаксономической принадлежности.

Формация *Eleochariteta austriacae*
Асс. *Eleocharitetum austriacae*

Болотницевые (*Eleocharis austriaca*) сообщества (преимущественно монодоминантные) встречаются по краям слабо заросших озер, примыкая непосредственно к их открытой части. Они не занимают больших площадей, образуя небольшие пятна или узкие полосы. Эти сообщества могут быть отнесены к прибрежно-водной растительности.

Подобные сообщества были описаны В.В. Акатовым (Akaton, 1987) на плато Лагонаки. К.Р. Кимеридзе (Kimeridze, 1968) выделял сообщества с доминированием *Eleocharis leptostylopodiata* Zinserl. (= *E. austriaca* Науек) в отдельную формацию, монодоминантные заросли этого вида были отнесены им к асс. *Eleocharitetum leptostylopodiatae purum*.

Шесть из восьми исследованных озер в той или иной степени затянута сплавиной, при этом на четырех озерах сплавины образованы сообществами асс. *Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii*, на одном — асс. *Cariceto rostratae–Sphagnetum flexuosi* и на одном — сообществами обеих ассоциаций. Сообщества второй ассоциации располагались на полностью или почти полностью заросших озерах. Сплавина отсутствует лишь на оз. Западном, находящемся на более раннем этапе зарастания, и на болоте с сильно нарушенной выпасом растительностью.

Сообщества асс. *Cariceto rostratae–Warnstorfietum fluitantis* встречаются по заболоченным берегам практически всех озер, за исключением полностью заросшего озера и болота с сильно нарушенной выпасом растительностью. Сообщества асс. *Caricetum rostratae* располагаются в местах с открытой водой на всех озерах, кроме полностью заросшего. Сообщества асс. *Junceto–Polytrichetum communae* описаны на заболоченных берегах озер Большого и Восточного, на нарушенном выпасом болоте преобладает сообщество с доминированием *Carex canescens* и *Polytrichum densifolium*, которое перемежается здесь с остатками сообщества асс. *Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii*. Прибрежно-водные сообщества асс. *Eleocharitetum austriacae* описаны на наименее заросшем оз. Западном.

Согласно нашим исследованиям и анализу литературных источников о распространении выделенных ассоциаций в Кавказском регионе можно заключить, что одним из наиболее распространенных доминантов осоковых болот высокогорных районов Кавказа является *Carex rostrata* (синоним *Carex inflata* V.I. Krecz.) (Tumadzhyanov, 1948; Kimeridze, 1963; Akaton, 1987, 1989; Liksakova et al., 2023). Данный вид характеризуется широкой экологической амплитудой, занимая местообитания от евтрофных до олиготрофных, поэтому использовать его для характеристики синтаксонов не всегда возможно. При наличии в сообществах других видов, в особенности сфагновых мхов, обладающих более узкой экологической амплитудой и высокой эдификаторной ролью, следует отдавать им приоритет при классификации сообществ.

К.Р. Кимеридзе (Kimeridze, 1963) выделяет сообщества, в травяном ярусе которых доминирует *Carex rostrata*, в отдельную формацию. По данным автора, эта осока является главным пионером в процессе заболочивания субальпийских озер. В местах с глубиной воды 15–30 см он выделяет группу ассоциаций *Cariceta inflatae pura*, сравнимую с описанной нами асс. *Caricetum rostratae*. Из-за неустойчивого уровня воды мхи не могут создать здесь сплошного покрова. В.В. Акатов выделил сходные сообщества в субассоциацию *Primulo auriculatae–Caricetum rostratae typicum*, характерную для наиболее обводненных участков (Akaton, 1989).

Выделенная нами асс. *Cariceto rostratae–Warnstorfietum fluitantis* соответствует асс. *Carex inflata–Drepanocladus exannulatus* у Кимеридзе (Kimeridze, 1963), отнесенной им к группе асс. *Cariceta inflatae hypnosa*, к подгруппе, приуроченной к местообитаниям с относительно бедным минеральным составом относительно холодных грунтовых вод. Похожие сообщества (*Carex*

rostrata – Comarum palustre – Warnstorfia exannulata) описали В.А. Смагин и М.А. Бойчук в сходных условиях в Ленинградской обл. (Smagin, Wojchuk, 2022), где они образовались на мелководьях при зарастании озер после снижения уровня воды.

Сообщества, образованные *Carex rostrata* и сфагновыми мхами, Кимеридзе (1963) отнес к группе ассоциаций **Cariceta inflatae sphagnosa**. Акатов (Akaton, 1989) выделяет осоково-сфагновые сообщества в субасс. **Primulo auriculatae–Caricetum rostratae sphagnetosum**, рассматривая возможность выделения фаций и вариантов этой субассоциации на основе доминирования отдельных видов сфагновых мхов.

На Кавказе широко распространены осоково-сфагновые сообщества, образованные *Carex rostrata* совместно с другими видами сфагновых мхов – *Sphagnum subsecundum*, *S. teres*, *S. fallax*, *S. warnstorffii*, *S. angustifolium* и др. (Tumadzhyanov, 1948; Kimeridze, 1963; Liksakova et al., 2023). Сообщества, образованные *Carex rostrata* совместно со *Sphagnum jensenii*, описаны для Кавказа впервые. Этот вид сфагнума, встречающийся спорадически по всей бореальной зоне Голарктики, на Кавказе ранее не отмечался. Растет он обычно в сильно обводненных местах на олиготрофных болотах (Ignatov, Ignatova, 2003). На Северо-Западе России он чаще образует сообщества в мочажинах совместно с *Scheuchzeria palustris* L. и (или) *Carex limosa* L. (Botch, Smagin, 1993), но изредка встречается также и с *Carex rostrata* (Botch, 1986).

Сообщества с *Juncus filiformis* и гипновыми мхами описаны В.В. Акатовым (Akaton, 1987). Как по его данным, так и по нашим, эти сообщества формируют полосу вдоль береговой линии шириной 0.5–1.5 м и характерны для озер с низкоминерализованной водой со слабнокислой реакцией, однако состав мхов в описаниях Акатова отличается от описанного нами. Сообщества с доминированием в моховом ярусе политрихумов ранее на Кавказе не описывались.

Сообщества *Eleocharis austriaca* также приводятся В.В. Акатовым (Akaton, 1987) для плато Лагонаки, в то время как для бассейна р. Мзымты, по его данным, более характерны болотничево-гипновые сообщества.

ДИНАМИКА ЗАРАСТАНИЯ ОЗЕР И ФОРМИРОВАНИЯ СПЛАВИН

Согласно ботанико-лимнологической типологии озер В.В. Акатова (Akaton, 1987) исследованные нами озера относятся к осоково-болотничево-моховому

типу, для которого характерна низкая минерализация и слабнокислая реакция воды, в основном это бессточные суффозионные, тектонические и запрудные озера субальпийского пояса.

Строение осоково-сфагновой сплавины оз. Большого подробно описано и проиллюстрировано в диссертации В.В. Акатова (Akaton, 1987). Сплавина образована сообществами асс. **Cariceto rostratae–Sphagnetum jensenii**, она прерывается окнами открытой воды, а отдельные ее части не закреплены и представляют собой плавающие острова. По историческим космическим снимкам в GoogleEarth нам удалось отследить перемещение отдельных островов и изменение конфигурации сплавины в период с 2010 до 2022 г. (рис. 2). На снимках 2010 г. можно наблюдать подвижность трех островов, которые меняют свое расположение на разных снимках. В 2019 г. острова 2 и 3 занимают стабильное положение, причем остров 2 прирастает к основной сплавине, а остров 3 приближается к берегу и перестает перемещаться, хотя небольшое расстояние от берега сохраняется до сих пор. При этом остров 1 продолжает двигаться. Так, рис. 2, В и С сделаны по снимкам сентября и ноября 2022 г., т.е. за два месяца остров переместился из юго-восточной в северо-западную часть озера. Во время полевых исследований в 2023 г. он сместился к юго-западу относительно последнего снимка, но, возможно, он менял свое положение за истекший год неоднократно. Таким образом, в целом наблюдается стабилизация сплавины – уменьшение количества подвижных островов. Отрыв торфяной массы от основной сплавины может быть связан с резкими колебаниями уровня воды (Smagin, 2019), соответственно, по изменению динамики островов можно сделать предположение о стабилизации уровня воды в озере. При этом как на данном, так и на других озерах за отслеживаемый по космическим снимкам период (и за период, предшествовавший ему – по данным В.В. Акатова, (Akaton, 1987)) площадь сплавин не изменилась.

На озерах Восточном, Южном и других по космическим снимкам видно, что с 2010 г. не изменились не только площади сплавин, но и их очертания, и конфигурации окон в них. На оз. Западном можно отследить, как увеличиваются и смыкаются заросли осок со стороны западного берега. Эта же тенденция отмечалась здесь В.В. Акатовым (Akaton, 1987), который на карто-схеме отобразил увеличение площади сообщества *Carex rostrata + Calliargon cordifolium* в 1984 г. по сравнению с 1937 г. (рис. 3). В настоящее время в данных фитоценозах нами не был найден

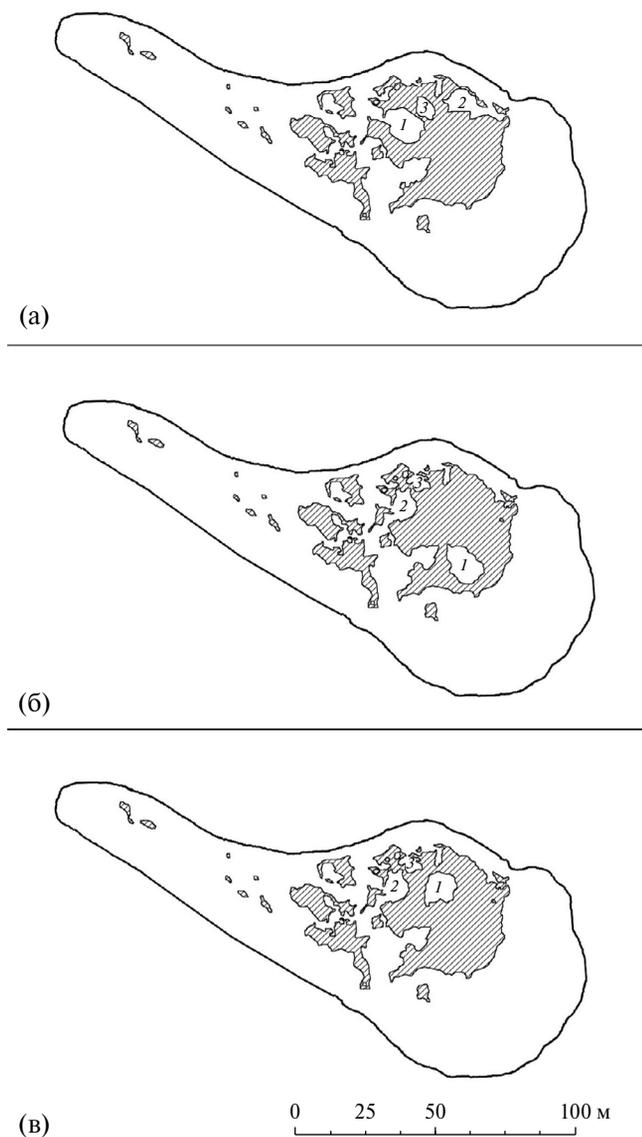


Рис. 2. Изменение конфигурации сплавины оз. Большого (заштрихована открытая поверхность воды). 1, 2, 3 – обозначения перемещающихся островов. На основе исторических снимков GoogleEarth: А – 08.2010; В – 09.2022, С – 11.2022.

Fig. 2. Change in configuration of floating mat on Bolshoye Lake (open water surface is shaded). 1, 2, 3 – moving islands. Based on historical satellite images GoogleEarth: А – 08.2010; В – 09.2022, С – 11.2022.

Calliergon cordifolium, основным доминантом мохового яруса выступает *Warnstorfia fluitans*. Со стороны восточного берега, напротив, площадь открытой воды увеличилась. Это может быть связано с интенсивным выпасом – восточный берег озера наиболее сильно вытоптан. Но главное изменение, зафиксированное нами – это появление на южном и юго-западном берегах сообществ с участием сфагновых мхов

(*Sphagnum auriculatum* и *S. platyphyllum*). Сфагнумы образуют заметное покрытие в расположенных здесь сообществах асс. **Cariceto rostratae-Warnstorfieta fluitantis**, сообщества с их участием не были отмечены на карто-схеме В.В. Акатова (Akatov, 1987). Вероятно, они появились недавно, причем эти виды сфагновых мхов на озерах Хмелевского отмечены только здесь. Подобную динамику – переход осоково-гипновых сообществ в осоково-сфагновые по краю озер в процессе их зарастания – наблюдали В.А. Смагин и М.А. Бойчук (Smagin, Wojchuk, 2022) в Ленинградской области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растительность заболачивающихся озер Хмелевского на первый взгляд выглядит относительно бедной и однообразной. Однако своеобразие этих сообществ определяется составом мохового покрова, в том числе присутствием вида и подвида, впервые отмеченных для Кавказа. Сообщества с доминированием *Sphagnum jensenii* и видов рода *Polytrichum* описаны здесь впервые. Образование последних вероятно связано с влиянием выпаса. На заболоченных берегах озер Большого и Восточного в них доминирует *Polytrichum commune* var. *perigoniale*, а на берегу сильно вытоптанного болота, расположенного между Западным и Большим озерами, преобладает *P. densifolium*.

Кроме того, здесь можно наблюдать разные стадии зарастания озер, отражающие естественные динамические процессы – от открытых и в разной степени заросших водоемов до развитых болот, образовавшихся на их месте. Также показаны современные изменения в подвижности сплавины и в процессе зарастания мелководной части.

Несмотря на то что озера Хмелевского расположены на особо охраняемой природной территории – в Сочинском национальном парке, сильное влияние на их растительность оказывает окружающая застройка и выпас скота. Так, на оз. Западном процесс зарастания западного берега идет параллельно с деградацией растительности вследствие выпаса на восточном берегу. А растительность одного из болот, расположенного между Западным и Большим озерами, практически полностью уничтожена – моховой покров и слой торфа толщиной 5–10 см разбиты копытами и перемешаны с грунтом, осоки выедены под корень. Для сохранения редкой для Кавказа болотной растительности и естественных динамических процессов, а также видов, имеющих здесь единственное местонахождение,

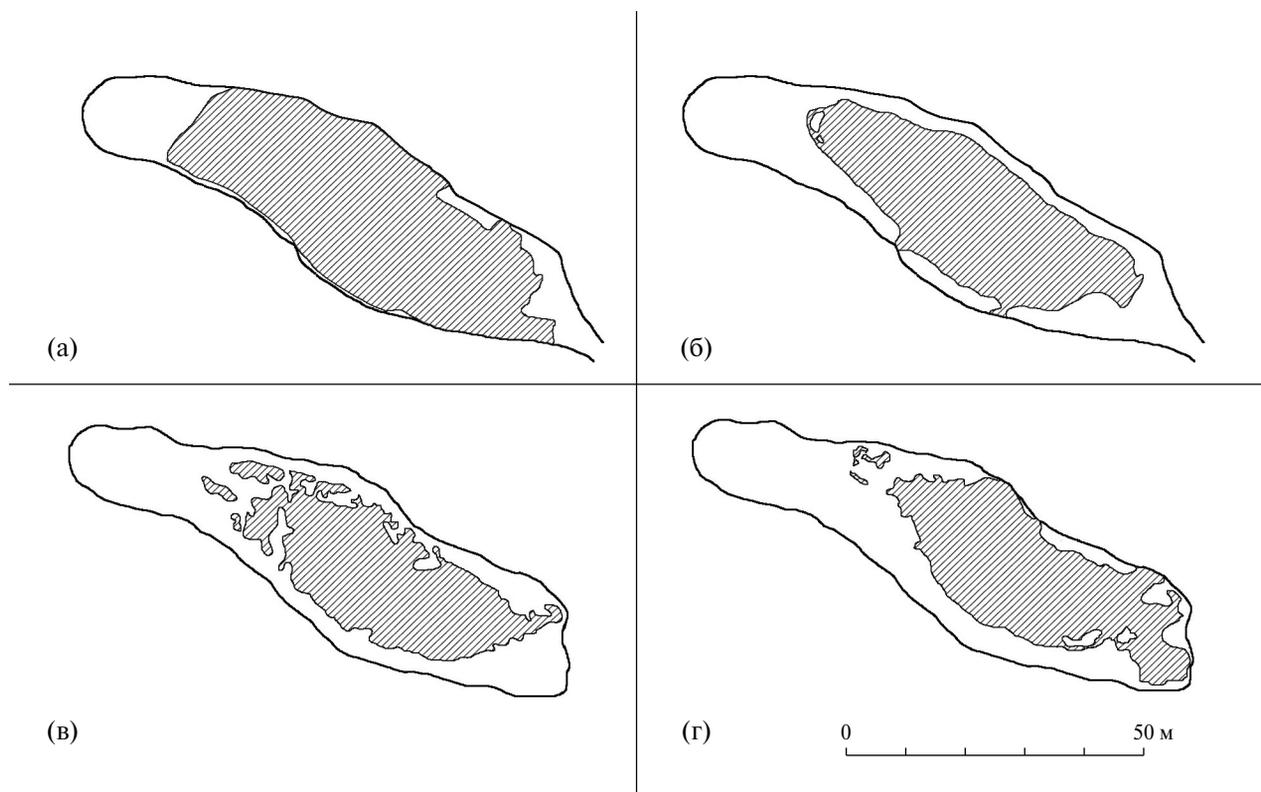


Рис. 3. Зарастание оз. Западного: А – 1937 г., В – 1984 г., С – 2010 г., D – 2022 г. (А, В – по В.В. Акатову (Akotov, 1987), С, D – по историческим снимкам GoogleEarth). Штриховкой показана открытая поверхность воды.

Fig. 3. Overgrowth of Zapadnoye Lake: A – 1937, B – 1984, C – 2010, D – 2022 (A, B – according to Akotov (1987), C, D – based on historical satellite images GoogleEarth). Open water surface is shaded.

необходимо усиление природоохранного режима озер Хмелевского.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа Н.С. Ликсаковой, Т.Г. Ивченко, К.В. Шукиной, Д.С. Кессель выполнена по плановой теме “Растительность Европейской России и северной Азии: разнообразие, динамика, принципы организации” (№ 121032500047-1), работа Г.Я. Дорошиной – “Флора и систематика водорослей, лишайников и мохообразных России и фитогеографически важных регионов мира” № 121021600184-6. Авторы выражают глубокую признательность за помощь в организации экспедиции сотрудникам Сочинского национального парка С.И. Торлокяну и Г.В. Нубаряну.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Akotov] Акатов В.В. 1986. Основные тенденции в зарастании высокогорных озер Северо-Западного Кавказа. – Бот. журн. 71 (6): 798–804.
[Akotov] Акатов В.В. 1987. Растительность высокогорных

водоемов Северо-Западного Кавказа: Дис. ... канд. биол. наук. 229 с.

- [Akotov] Акатов В.В. 1989. К синтаксономии сообществ высокогорных болот и гидрофильных лугов Западного Кавказа. М. 32 с. Деп. в ВИНТИ, № 7472-B89.
[Botch] Боч М.С. 1986. О классификации болотной растительности (на примере сфагновых топей Северо-Запада РСФСР). – Бот. журн. 71(9): 1182–1192.
[Botch, Smagin] Боч М.С., Смагин В.А. 1993. Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны. СПб. 224 с.
Hassel K., Kyrkjeide M.O., Yousefi N., Prestø T., Stenøien H.K., Shaw J.A., Flatberg K.I. 2018. *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. – J. Bryol. 40 (3): 1–26.
Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z.Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of

- East Europe and North Asia. — *Arctoa*. 15: 1–130.
<https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- [Ignatov, Ignatova] Игнатов М.С., Игнатова Е.А. 2003. Флора мхов средней части Европейской России. М. 608 с.
- [Kimeridze] Кимеридзе К.Р. 1963. Материалы к изучению формации осоки вздутой в высокогорных районах Кавказа. — *Сообщения АН Грузинской ССР*. 31 (2): 399–406.
- [Kimeridze] Кимеридзе К.Р. 1968. К изучению хвощевых и болотницевых ценозов на Кавказском хребте. — *Вопросы фитоценологии и экологии*. Тбилиси. С. 21–44.
- Lance G.N., Williams W.T. 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. — *The Computer Journal*. 9 (4): 373–380.
- [Liksakova et al.] Ликсакова Н.С., Шильников Д.С., Дорошина Г.Я. 2023. Растительность болот бассейна реки Черек Балкарский (Кабардино-Балкарская Республика). — *Бот. журн.* 108(12): 1065–1082.
- McCune B., Mefford M.J. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software.
- [Morozov] Морозов Г.Л. 2020. Климат горной страны Кавказ. Климатические характеристики Фишт-Оштенской горной группы и плато Лагонаки. — *Гидросфера. Опасные процессы и явления*, 2(2), 196–213.
<https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.196>
- [Nitsenko] Ниценко А.А. 1967. Краткий курс болотоведения. М. 148 с.
- [Shennikov] Шенников А.П. 1964. Введение в геоботанику. Л. 445 с.
- [Smagin] Смагин В.А. 2019. Болота крупнохолмистой возвышенности на востоке Новгородской области. — *Бюллетень Брянского отделения РБО*. 1 (17): 27–34.
- [Smagin et al.] Смагин В.А., Антипин В.К., Бойчук М.А. 2020. Болота центральной, возвышенной части кряжа Ветреный Пояс. — *Известия Русского Географического общества*. 152(5): 25–37.
- [Smagin, Wojchuk] Смагин В.А., Бойчук М.А. 2022. Сукцессии при современном заболачивании озер Ленинградской области. — *Бот. журн.* 107(3): 269–286.
- [Sofronova et al.] Софронова Е.В., Афонина О.М., Алексеева Д.К., Андреева Е.Н., Бакка С.В., Беляков Е.А., Бирюкова О.В., Бойчук М.А., Браславская Т.Ю., Чуракова Е.Ю., Чернядьева И.В., Дорошина Г.Я., Федосов В.Э., Фрейдин Г.Л., Гарин Э.В., Гинзбург Э.Г., Глазкова Е.А., Гольдштейн М.С., Гришуткин О.Г., Ивченко Т.Г., Кессель Д.С., Хайретдинова В.О., Константинова Н.А., Коротева Т.И., Коткова В.М., Курбатова Л.Е., Кушневская Е.В., Кутенков С.А., Кузьмина Е.Ю., Лапшина Е.Д., Лавриненко О.В., Ликсакова Н.С., Нешатаева В.Ю., Попова Н.Н., Потемкин А.Д., Поткина Д.В., Рубцова А.В., Шукина К.В., Шестакова А.А., Шкурко А.В., Скворцов К.И., Смирнова Е.В., Телеганова В.В., Владимировна Т.Г., Воронова О.Г. 2024. Новые бриологические находки. 25. — *Arctoa*. 33: 81–103.
<https://doi.org/10.15298/arctoa.33.xx> (в печати)
- [Solod'ko, Til'ba] Солодько А.С., Тильба П.А. 2007. Памятник природы “Озера Хмелевского”. Сочи. 35 с.
- [Sukachev] Сукачев В.Н. 1926. Болота, их образование, развитие и свойства. Л. 163 с.
- [Tarchevskiy] Тарчевский Б.А. 2018. Очерки географии Большого Сочи. Издательские решения. 154 с.
- [Tumadzhyanov] Тумаджанов И.И. 1948. Очерк болотной растительности долины р. Теберды. — *Труды Тбилисского ботанического института*. 12: 17–54.
- WorldClim <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html> (Accessed 03.03.2024)
- World Flora Online (WFO). <http://www.worldfloraonline.org/> (Accessed 01.05. 2024)
- [Yurkovskaya] Юрковская Т.К. 1995. Высшие единицы классификации растительности болот. — *Бот. журн.* 80 (11): 28–33.
- [Zernov] Зернов А.С. 2006. Флора Северо-Западного Кавказа. М. 664 с.

VEGETATION OF SWAMPY KHMELEVSKY LAKES (SOCHI NATIONAL PARK, KRASNODAR TERRITORY)

N. S. Liksakova^{1, *}, G. Ya. Doroshina^{1, **}, T. G. Ivchenko^{1, ***}, B. S. Tuniev^{2, ****},
K. V. Shchukina^{1, *****}, D. S. Kessel^{1, *****}

¹Komarov Botanical Institute RAS
Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197022, Russia

²Sochi National Park
Kurortny Ave., 74, Sochi, 354002, Russia

*e-mail: nliks@mail.ru

**e-mail: marushka-le@mail.ru

***e-mail: ivchenkotat@mail.ru

****e-mail: btuniyev@mail.ru

*****e-mail: vyatka_ks_72@mail.ru

*****e-mail: dasha_kessel@mail.ru

The vegetation of swampy lakes in the Caucasus is considered using the example of Khmelevsky lakes, located on the territory of the Sochi National Park (Krasnodar Territory). On Khmelevsky lakes, different stages of mire formation are observed, from open lakes to mires originated from completely overgrown lakes. Five associations of mire vegetation and one of coastal-aquatic vegetation were identified. The communities of these associations form the following belts on overgrowing lakes: a swampy mineral shore covered with communities of ass. **Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii**, **Cariceto rostratae-Warnstorfiatum fluitantis**, **Junceto-Polytrichetum communae**; watered sites occupied by thickets of ground-rooted sedges (ass. **Caricetum rostratae**) or covered with sedge-sphagnum floating mats formed by communities of ass. **Cariceto rostratae-Sphagnetum jensenii** or **Cariceto rostratae-Sphagnetum flexuosi**; open water, in some places with coastal-aquatic communities ass. **Eleocharitetum austriacae**. For the first time in the Caucasus, communities with the moss cover dominated by *Sphagnum jensenii* and species of the genus *Polytrichum* have been described. Based on research materials by V.V. Akatov (1987) and satellite images, the dynamics of stabilization of floating mat on one of the lakes and overgrowing of another lake were traced. A strong negative impact of grazing was noted.

Keywords: mountain mires, mire and coastal-aquatic vegetation, vegetation classification, lake overgrowth, Sochi National Park, Western Caucasus

ACKNOWLEDGEMENTS

The work of the authors was carried out within the research projects of the Komarov Botanical Institute of RAS: “Vegetation of European Russia and North Asia: diversity, dynamics, organization principles”, No. 121032500047-1 (study by N.S. Liksakova, T.G. Ivchenko, K.V. Shchukina, D.S. Kessel), and “Flora and taxonomy of algae, lichens and bryophytes in Russia and phytogeographically important regions of the world”, No. 121021600184-6 (study by G.Ya. Doroshina).

The authors express their deep gratitude to the staff members of the Sochi National Park, S.I. Torlokyan and G.V. Nubaryan, for their help in organizing the expedition.

The authors express their deep gratitude to the staff of the Sochi National Park, S.I. Torlokyan and G.V. Nubaryan, for their help in organizing the expedition.

REFERENCES

- Akatov V.V. 1986. Main trends in the overgrowth of alpine lakes in the North-Western Caucasus. — Bot. Zhurn. 71 (6): 798–804 (In Russ.).
- Akatov V.V. 1987. Vegetation of alpine reservoirs of the North-Western Caucasus: Diss. ... Kand. Biol. Sci. Maikop. 229 p.
- Akatov V.V. 1989. On the syntaxonomy of communities of high-altitude mires and hydrophilic meadows of the Western Caucasus. Moscow. 32 p. Deposited in VINITI. № 7472-B89 (In Russ.).

- Botch M.S. 1986. On the classification of mire vegetation (as exemplified by sphagnum bogs of the North-West of the RSFSR) – *Bot. Zhurn.* 71(9): 1182–1192 (In Russ.).
- Botch M.S., Smagin V.A. 1993. Flora and vegetation of mires in the North-West Russia and principles of their protection. Saint-Petersburg. 224 p. (In Russ.).
- Hassel K., Kyrkjeeide M.O., Yousefi N., Prestø T., Stenøien H.K., Shaw J.A., Flatberg K.I. 2018. *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. – *J. Bryol.* 40 (3): 1–26.
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E.Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z.Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T.N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. – *Arctoa*. 15: 1–130.
<https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01>
- Ignatov M.S., Ignatova Ye.A. 2003. Flora of mosses in the middle part of European Russia. Moscow. 608 p. (In Russ.).
- Kimeridze K.R. 1963. Materials for the study of the formation of swollen sedges in the mountainous regions of the Caucasus. – *Soobshcheniya Akad. Nauk Gruzinskoy SSR.* 31 (2): 399–406 (In Russ.).
- Kimeridze K.R. 1968. On the study of horsetail and spikesedges cenoses in the Caucasian ridge. – *Questions of phytocenology and ecology.* Tbilisi. P. 21–44 (In Russ.).
- Lance G.N., Williams W.T. 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. – *The Computer Journal.* 9 (4): 373–380.
- Liksakova N.S., Shilnikov D.S., Doroshina G.Ya. 2023. Vegetation of the mires of the Cherek Balkarsky river basin (Kabardino-Balkarian republic). – *Bot. Zhurn.* 108 (12): 1065–1082 (In Russ.).
- McCune B., Mefford M.J. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software.
- Morozov G.L. 2020. The climate of the mountainous country of the Caucasus. Climatic characteristics of the Fisht-Oshtensky mountain group and the Lagonaki plateau. – *Hydrosphere. Dangerous processes and phenomena.* 2(2): 196–213 (In Russ.).
<https://doi.org/10.34753/HS.2020.2.2.196>
- Nitsenko A.A. 1967. A short course in bolotovedenie. Moscow. 148 p. (In Russ.).
- Shennikov A.P. 1964. Introduction to Geobotany. Leningrad. 445 p. (In Russ.).
- Smagin V.A. 2019. Mires of the large hilly uppland in the east of Novgorod region. – *Bulletin of Bryansk dept. of RBS.* 1 (17): 27–34 (In Russ.).
- Smagin V.A., Antipin V.K., Bojchuk M.A. 2020. The mires of the central, elevated part of the Windy Belt ridge. – *Proceedings of the Russian Geographical Society.* 152 (5): 25–37 (In Russ.).
- Smagin V.A., Bojchuk M.A. 2022. Succession in the modern waterlogging of lakes in the Leningrad region. – *Bot. Zhurn.* 107(3): 269–286 (In Russ.).
- Sofronova Ye.V. et al. 2024. New bryological findings. 22 *Arctoa* 33 (in print) (In Russ.).
- Sofronova E.V., Afonina O.M., Alekseeva D.K., Andrejeva E.N., Bakka S.V., Belyakov E.A., Biryukova O.V., Boychuk M.A., Braslavskaya T.Yu., Churakova E.Ju., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Fedosov V.E., Freydin G.L., Garin E.V., Ginzburg E.G., Glazkova E.A., Goldshtein M.S., Grishutkin O.G., Ivchenko T.G., Kessel D.S., Khairtadinova V.O., Konstantinova N.A., Koroteeva T.I., Kotkova V.M., Kurbatova L.E., Kushnevskaya E.V., Kutenkov S.A., Kuzmina E.Yu., Lapshina E.D., Lavrinenko O.V., Liksakova N.S., Neshataeva V.Yu., Popova N.N., Potemkin A.D., Potkina D.V., Rubtsova A.V., Shchukina K.V., Shestakova A.A., Shkurko A.V., Skvortsov K.I., Smirnova E.V., Teleganova V.V., Vladimirova T.G., Voronova O.G. 2024. New bryological findings. 25. – *Arctoa* 33:81-103.
<https://doi.org/10.15298/arctoa.33.xx> (in print) (In Russ.)
- Solod'ko A.S., Til'ba P.A. 2007. The natural reserve “Lake Khmelevsky”. Sochi. 35 p. (In Russ.).
- Sukachev V.N. 1926. Swamps, their formation, development and properties. Leningrad. 163 p. (In Russ.).
- Tarчевский B.A. 2018. Essays on the geography of Greater Sochi. 154 p.
- Tumadzhyanov I.I. 1948. An outline of the mire vegetation of the Teberdy River valley. – *Trudy Tbilisskogo Botanicheskogo Instituta.* 12: 17–54 (In Russ.).
- World Flora Online (WFO).
<http://www.worldfloraonline.org/> (Accessed 01.05. 2024).
- WorldClim.
<https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html> (Accessed 03.03.2024)
- Yurkovskaya T.K. 1995. The higher units of classification of mire vegetation. – *Bot. Zhurn.* 80 (11): 28–33 (In Russ.).
- Zernov A.S. 2006. Flora of the North-West Caucasus. Moscow. 664 p. (In Russ.).